Product Engineering Optimizer

Überblick
- Konventionen

Neuerungen

Erste Schritte

Übungen für Einsteiger
- Optimierungsfunktion verwenden
  - Optimierung definieren
  - Einführung in das Dialogfenster 'Optimierung'
    - Registerkarte 'Problem'
    - Registerkarte 'Bedingungen'
    - Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnungen'
    - Weitere Informationen zur Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnungen'
  - Auszuführenden Algorithmus angeben
  - Nach einem Höchstwert suchen
  - Nach einem Mindestwert suchen
  - Gradienten-basierten Algorithmus zum Optimieren von Problemen mit nicht erfüllten
  - Bedingungen verwenden
  - Bedingungen verwenden
  - Mit Bedingungen versehene Optimierung mit einer Wertigkeit ausführen
  - Dedizierten Algorithmus für die Bereitstellung von Derivaten verwenden
  - Bereiche von freien Parametern mit Hilfe von Beziehungen bewerten
  - Optimierungen: Methodik
- Bedingungserfüllungsfunktion verwenden
  - Einführung in den Bedingungserfüllungseditor
  - Bedingungserfüllungsfunktion verwenden
  - Gemessene Parameter in einer Berechnung der Bedingungserfüllung verwenden
  - Bedingungserfüllung: Methodik
- Tool 'Experimente erstellen' verwenden
  - Einführung in das Tool 'Experimente erstellen'
  - Fenster 'Experimente erstellen' - Einführung
  - Tool 'Experimente erstellen' verwenden
- Tipps und Tricks
- Kurzübersicht zu PEO

Übungen für Fortgeschrittene
- Ergebnisse interpretieren
- Nützliche Hinweise

Interoperabilität von Product Engineering Optimizer
- Optimale CATIA PLM-Benutzerfreundlichkeit für Product Engineering Optimizer

Optimierungen auf Produktebene in Enovia LCA sichern

Beschreibung der Umgebung

Product Engineering Optimizer-Symbolleiste
Symbolleiste 'Bedingungserfüllung'

Anpassungen für Product Engineering Optimizer

Wissen
Sprache
Berichterstellung
Teileinfrastruktur für Knowledgeware-Anwendungen

Glossar

Index

Vorwort

Dieses Buch wendet sich an Benutzer, die sich schnell mit Product Engineering Optimizer vertraut machen möchten.

Diese Übersicht enthält die folgenden Informationen:

- Product Engineering Optimizer - in Kürze
- Voraussetzungen für die Verwendung dieses Handbuchs
- Handbuch optimal nutzen
- Auf Beispieldokumente zugreifen
- In diesem Handbuch verwendete Konventionen

Product Engineering Optimizer - in Kürze

Die Optimierung spielt eine wichtige Rolle bei der strukturellen Konstruktion. Die Bedeutung der Konstruktion von Strukturen mit minimalem Gewicht wird in den meisten Branchen erkannt - entweder weil das Gewicht eines Systems seine Leistung beeinflusst, oder wegen des Zusammenhangs zwischen Gewicht und Energieverbrauch. Bei der Optimierung geht es jedoch nicht allein um das Gewicht. Alle Arten von Daten lassen sich optimieren. Bei den realen technischen Fragen ist es auch gängige Praxis, eine Zielfunktion zu minimieren, und zwar durch Beschreiben von Daten wie dem Gesamtvolumen, der Lebensdauer oder der Kosten einer bestimmten Struktur.

Product Engineering Optimizer ist die von CATIA gebotene Möglichkeit zur Optimierung. Er stellt für Konstrukteure von Strukturen ein benutzerfreundliches Tool auf der Basis von iterativen Verfahren bereit. Die wichtigsten Voraussetzungen für die Verwendung des Product Engineering Optimizer sind Übung und die richtige Vorgehensweise.

In Product Engineering Optimizer kann mit zwei Arten von Algorithmen gearbeitet werden: mit lokalen Algorithmen (*konjugiertes Gradientenverfahren*) und mit einem globalen Algorithmus (*simuliertes Ausglühen (Simulated Annealing*). Je nach zu analysierender Funktion den einen oder den anderen Algorithmus zum Ausführen der Optimierung auswählen. Wenngleich Vorkenntnisse über Optimierungstechniken nicht erforderlich sind, können Benutzer, die detailliert wissen möchten, wie diese Algorithmen funktionieren, folgende Veröffentlichungen hinzuziehen:

- *Numerical Recipes in C - The Art of Scientific Computing* - ISBN - 0 - 521 - 43108 - 5, 1988 - 1992
- *Nonconvex Minimization Calculations and the Conjugate Gradient Method*, Powell, M.J.D., Lecture Notes in Mathematics, Vol. 1066, pp. 122-141, 1984. [Technische Übersicht über den 'Conjugate Gradient' bei nicht-konvexen Funktionen.]
- *Optimization by Simulated Annealings*, Randelman, R. E., and Grest, G.S., N-City Traveling Salesman Problem - , J.Stat. Phys. 45, 885-890, 1986.

- *Function Minimization by Conjugate Gradients*, Fletcher, R. and Reeves, C.M., Comp, J. 7, 149-154, 1964. [Technischer Artikel zur Verwendung des 'Conjugate Gradient' bei nicht-konvexen Funktionen.]

Voraussetzungen für die Verwendung dieses Handbuchs

Vor dem Lesen dieses Handbuchs sollte sich der Benutzer mit den Grundlagen von Version 5 wie Dokumentfenstern, Standard- und Ansichtssymbolleisten vertraut machen. Daher empfiehlt es sich, das *Infrastructure Benutzerhandbuch* zu lesen, in dem die Funktion beschrieben wird, die allen Produkten der Version 5 gemein ist. Hierin werden auch das allgemeine Layout von V5 sowie die Interoperabilität zwischen den Workbenches beschrieben.

Handbuch optimal nutzen

Zur optimalen Nutzung des Handbuchs empfiehlt es sich, mit dem schrittweise gegliederten Lerntext Einführung zu beginnen.

Danach sollten die Abschnitte Übungen für Einsteiger und Übungen für Fortgeschrittene durchgearbeitet werden.

Der Abschnitt Beschreibung der Workbench, der eine Übersicht über die Arbeitsumgebung von Product Engineering Optimizer enthält, sowie der Abschnitt Anpassen, der sich mit dem Einrichten von Optionen befasst, enthält ebenfalls nützliche Informationen.

Auf Beispieldokumente zugreifen

Die Szenarios werden anhand von Beispieldokumenten nachvollzogen, die sich in einem Ordner unter online/kwoug_C2/samples befinden.

Weitere Informationen hierüber enthält der Abschnitt Auf Beispieldokumente zugreifen im *Infrastructure-Benutzerhandbuch*.

In diesem Handbuch verwendete Konventionen

Weitere Informationen zu den in diesem Handbuch verwendeten Konventionen sind im Abschnitt *Konventionen* enthalten.

Konventionen

In den Dokumentationen zu CATIA, ENOVIA und DELMIA werden bestimmte Konventionen verwendet, die dabei helfen sollen, wichtige Konzepte und Spezifikationen zu erkennen und zu verstehen.

Grafikkonventionen

Die drei hier verwendeten Kategorien für Grafikkonventionen lauten wie folgt:

- Grafikkonventionen für die Strukturierung der Übungen
- Grafikkonventionen für die Angabe der erforderlichen Konfiguration
- Grafikkonventionen im Inhaltsverzeichnis

Grafikkonventionen für die Strukturierung der Übungen

Die Grafikkonventionen für die Strukturierung der Übungen sind wie folgt gekennzeichnet:

Dieses Symbol...	Gibt Folgendes an...
	Geschätzte Zeit bis zur Beendigung einer Übung
	Ziel einer Übung
	Voraussetzungen
	Beginn des Szenarios
	Hinweis
	Warnung
	Information
	Grundkonzepte
	Vorgehensweise
	Referenzinformationen
	Informationen zu Einstellungen, Anpassung, usw.

Ende der Übung

Neue oder erweiterte Funktionen in diesem Release

Ermöglicht den Wechsel zurück zur bildschirmfüllenden Anzeige

Grafikkonventionen für die Angabe der erforderlichen Konfiguration

Die Grafikkonventionen für die Angabe der erforderlichen Konfiguration sind wie folgt gekennzeichnet:

Dieses Symbol...	Gibt Funktionen an, die...
	sich auf die P1-Konfiguration beziehen
	sich auf die P2-Konfiguration beziehen
	sich auf die P3-Konfiguration beziehen

Grafikkonventionen im Inhaltsverzeichnis

Die Grafikkonventionen im Inhaltsverzeichnis sind wie folgt gekennzeichnet:

Dieses Symbol...	Erteilt Zugriff auf...
	Sitemap
	Modus für geteilte Anzeige
	Neuerungen
	Übersicht
	Erste Schritte
	Übungen für Einsteiger
	Benutzerübungen oder Übungen für Fortgeschrittene
	Interoperabilität
	Umgebungsbeschreibung
	Anpassung
	Verwaltungsaufgaben

Referenz

Vorgehensweise

Häufig gestellte Fragen

Glossar

Index

Textkonventionen

Die folgenden Textkonventionen werden verwendet:

- Die Titel von CATIA, ENOVIA und DELMIA Dokumenten werden im ganzen Text *auf diese Weise* angezeigt.
- **Datei** -> **Neu** kennzeichnet die zu verwendenden Befehle.
- Erweiterungen werden durch einen blauen Hintergrund für den Text angezeigt.

Verwendung der Maus

Abhängig von der Art der auszuführenden Aktionen wird die Maus unterschiedlich verwendet.

Diese Maustaste verwenden...	Bei folgender Anweisung...
	• Auswählen (Menüs, Befehle, Geometrie im Grafikbereich, ...) • Klicken (Symbole, Schaltflächen und Registerkarten in Dialogfenstern, Auswahl einer Option im Dokumentfenster, ...) • Doppelt klicken • Mit gedrückter Umschalttaste klicken • Mit gedrückter Taste 'Strg' klicken • Markieren (Markierungsfelder) • Ziehen • Ziehen und übergeben (Symbole an Objekte, Objekte an Objekte)

- Ziehen
- Bewegen

- Mit der rechten Maustaste anklicken (zur Auswahl eines Kontextmenüs)

Neuerungen

Neue Funktion

Ausführen von Optimierungen ohne Ausfüllen des Widerrufsprotokolls

Mit dieser neuen Funktion kann die Optimierung gestartet werden, ohne dass deren Ergebnisse in einem Protokoll aufgezeichnet werden. Im Kontext der Optimierung lassen sich hiermit nun mittelgroße und große FEM-Modelle optimieren.

Erste Schritte

Zur Einführung in das Leistungsspektrum von *CATIA* Product Engineering Optimizer folgt ein einfaches Beispiel. Den folgenden schrittweisen Anweisungen folgen, um einen ersten Eindruck von den Prinzipien von *CATIA* Product Engineering Optimizer zu gewinnen.

Weitere Informationen zu den Optimierungsdaten sowie zu den auszuführenden Algorithmen sind im Abschnitt Optimierung definieren und Auszuführenden Algorithmus angeben enthalten.

Zweck dieser Übung ist es, einen kurzen Überblick über die Funktionsweise des Optimierungsprogramms bei der Suche nach einem Zielwert in beiden Betriebsmodi zu vermitteln. Aus folgenden Gründen werden keine berechneten Daten zur Verfügung gestellt:

- Das Verhalten des Optimierungsprozesses kann je nach Plattform leicht variieren. Dies gilt insbesondere für den Algorithmus für simuliertes Ausglühen (Simulated Annealing - SA).
- Die Algorithmen unterliegen Änderungen beim Wechsel von einer Version zur anderen.

Suche nach einem Zielwert mit dem Algorithmus für simuliertes Ausglühen (Simulated Annealing)

1. Das Dokument KwoGettingStarted.CATPart öffnen.
2. Erforderlichenfalls die folgenden Optionen markieren:
   - Die Optionen 'Parameter' und 'Beziehungen' auf der Registerkarte 'Anzeige' des Dialogfensters **Tools -> Optionen... -> Infrastruktur -> Part Infrastructure** markieren.
   - Die Optionen 'Mit Wert', 'Mit Formel' auf der Registerkarte 'Knowledge' des Dialogfensters **Tools -> Optionen... -> Allgemein -> Parameter und Messungen** markieren.
   - Auf der Registerkarte **Sprache** die Option **Erweiterte Sprachbibliotheken laden** aktivieren. **OK** anklicken.

- Für das Volumen die Einheit 'cm3' angeben. Dazu muss die Option **Parameter und Messungen** ausgewählt und die Registerkarte 'Einheiten' angeklickt werden. In der Tabelle 'Einheiten' die Zeile 'Volumen' und in der darunter angeordneten Blätterliste die Option 'Kubikzentimeter' (cm3) auswählen. Die Einstellungen durch Anklicken von OK bestätigen.

3. Über das Menü **Start->Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen.
4. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
5. Auf der Registerkarte 'Problem' folgende Werte in die Felder eingeben:

Optimierungstyp	*Zielwert*
Optimierter Parameter	*Volumen.1*
Zielwert	*800cm3*
Freie Parameter	*xA, yA, xB, yB*
Algorithmustyp	*Algorithmus für simuliertes Ausglühen*
Konvergenzgeschwindigkeit	*Schnell*

   Die Standardabschlussbedingungen nicht ändern.
6. Das Markierungsfeld **Optimierungsdaten sichern** aktivieren, andernfalls werden die Optimierungsdaten nicht gesichert.
7. Das Markierungsfeld **Mit Darstellung der Aktualisierung** auswählen. Keine Eingaben auf der Registerkarte 'Bedingungen' vornehmen.
8. **Optimierung ausführen** anklicken.

   - Ein Fenster zur Dateiauswahl wird angezeigt. Einen Pfad auswählen.

   - **Sichern** anklicken, um den Optimierungsprozess zu starten. Die für jede Iteration berechneten Daten werden in einem Fenster angezeigt. Im Verlauf der Optimierung ist zu sehen, wie sich der Wert für 'Volumen1' im Strukturbaum ändert. Ist dies nicht der Fall, muss im Strukturbaum der Beziehungsknoten erweitert werden.

   - Nach Beendigung der Berechnung werden im Dialogfenster 'Optimierung' die Werte der freien Parameter angezeigt.

9. **OK** anklicken und das Dokument unter einem neuen Namen sichern.

Nach einem Zielwert mit dem Gradientenverfahren suchen

1. Das Dokument KwoGettingStarted.CATPart erneut öffnen.
2. Dieselbe Interaktion wie oben ausführen, jedoch im Dialogfenster Optimierung den **Algorithmus für Gradienten ohne Bedingung** auswählen.

   Keine Eingaben auf der Registerkarte 'Bedingungen' vornehmen.

Es sind ca. 75 Bewertungen erforderlich, um für 'Volumen.1' einen konstanten Wert zu erreichen. Der Zielwert wird schneller als bei der Methode für Simulated Annealing (Simuliertes Ausglühen) erreicht.

Weitere Informationen über die Algorithmen 'Gradient' und 'Simuliertes Ausglühen' enthält der Abschnitt Optimierung definieren.

Übungen für Einsteiger

Optimierungsfunktion verwenden
Bedingungserfüllungsfunktion verwenden
Das Tool 'Erstellung von Experimenten' verwenden
Tipps und Tricks
Kurzübersicht zu PEO

Optimierungsfunktion verwenden

Dieses Handbuch enthält folgende Übungen:

Nach einem Höchstwert suchen/Nach einem Mindestwert suchen: Das Symbol **Optimierung** anklicken, um eine Optimierung durchzuführen.

Optimierung definieren
Einführung in das Dialogfenster 'Optimierung'
Auszuführenden Algorithmus angeben
Nach einem Höchstwert suchen
Nach einem Mindestwert suchen
Gradientenbasierte Algorithmen zum Optimieren von Problemen mit nicht erfüllten Bedingungen verwenden
Bedingungen verwenden
Mit Bedingungen versehene Optimierung mit einer Wertigkeit ausführen
Dedizierte Algorithmen für die Bereitstellung von Derivaten verwenden
Bereiche von freien Parametern mit Hilfe von Beziehungen bewerten
Optimierungen: Methode

Optimierung definieren

Die Optimierung ist der Prozess der Suche nach dem Minimal-, Maximal- oder Zielwert einer objektiven Funktion einer oder mehrerer Variablen, während gleichzeitig bestimmte Rahmenbedingungen oder Bedingungen erfüllt werden.

Ein gutes Beispiel für den Einsatz der Optimierung ist die Konstruktion von Strukturen in der Luftfahrtindustrie unter dem Gesichtspunkt des geringstmöglichen Gewichts, wobei bei der Konstruktion von Strukturen für Flugzeuge häufig Kostenaspekte im Vordergrund stehen. Die Idee der Optimierung setzt voraus, dass die zu verbessernde bzw. zu optimierende Operation durch eine Funktion beschrieben wird, deren Abweichung bezogen auf eine Gruppe von Parametern ausgedrückt werden kann. Diese Parameter werden auch als Variablen oder *Freie Parameter* bezeichnet.

$f(x)$ ist ein *CATIA* Parameter, der mit Hilfe anderer *CATIA* Parameter ausgedrückt wird:

$$\text{Min } f(x_1, \ldots, x_n)$$

so dass:

$$g_i\,(x_1, \ldots) >= K_i$$
$$h_j\,(x_1, \ldots, x_n) == K_j$$
$$LB < x_i < UB$$

Dabei gilt:

$f(x)$ ist eine Konstruktionsratgeberformel (objektive Funktion der Optimierung).

$\vec{x} = (x_1, \ldots, x_n)$

x_i ist ein Konstruktionsratgeberparameter (freie Parameter der Optimierung).

g, h sind Bedingungen (optional).

LB: Lower Bound (Untergrenze)

UB: Upper Bound (Obergrenze)

Product Engineering Optimizer bietet drei Betriebsmodi, über die nach folgenden Werten gesucht werden kann:

- $f(x)$ Minimum
- $f(x)$ Maximum
- Ein gegebener Wert von $f(x)$ oder a
- Bedingungserfüllung

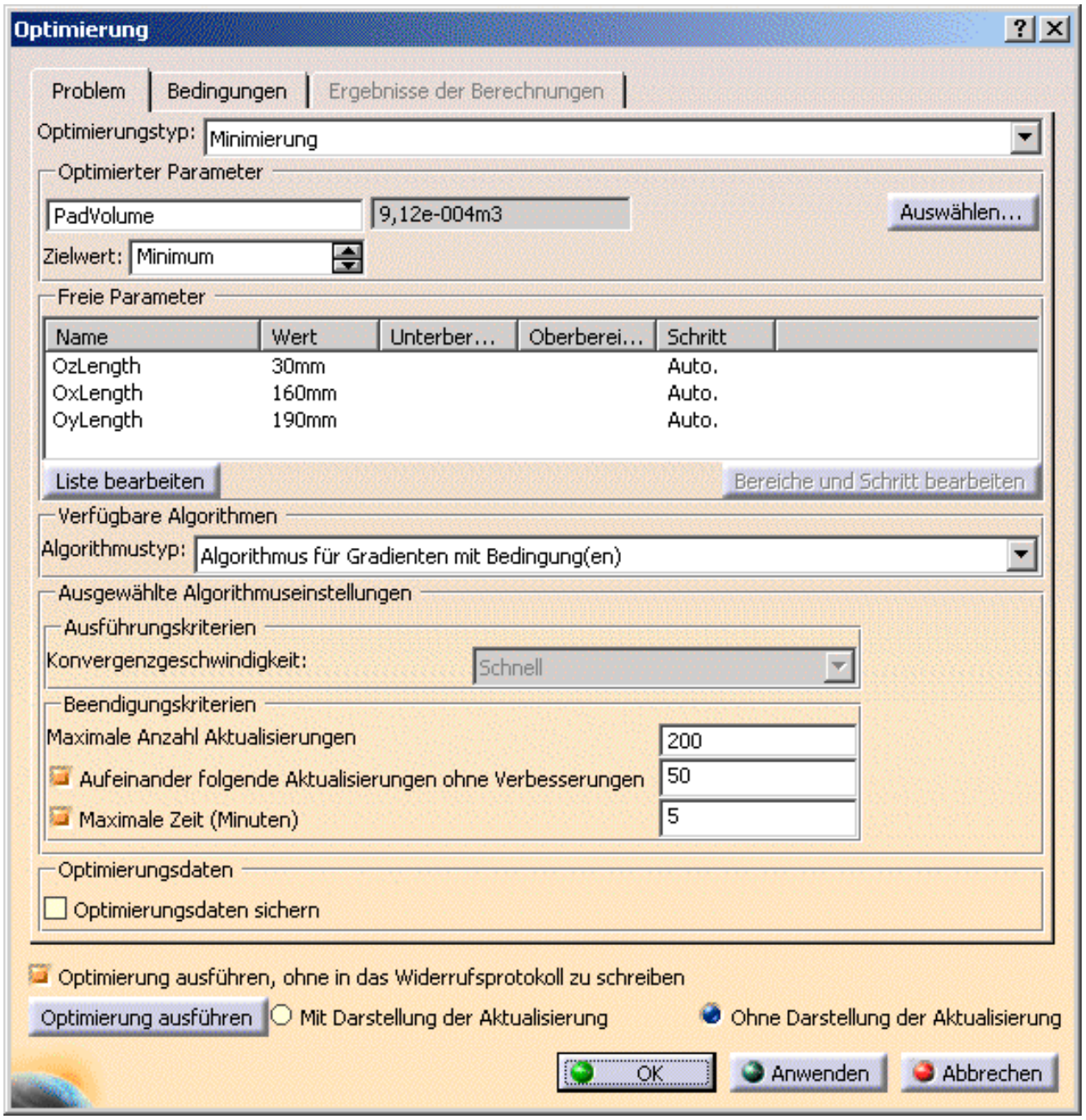
Diese Betriebsmodi werden als die Modi *Minimierung*, *Maximierung*, *Zielwert* und Nur Bedingungen bezeichnet.

Einführung in das Dialogfenster 'Optimierung'

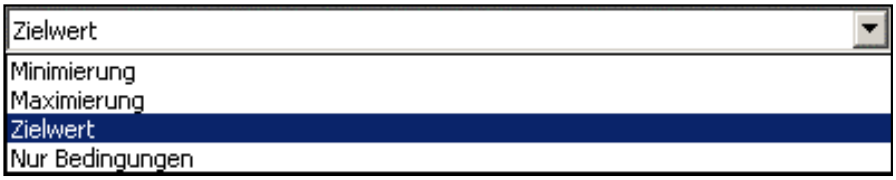
Das Dialogfenster wird durch Anklicken des Symbols **Optimieren** ( ) angezeigt.Dieses Fenster enthält drei Registerkarten.

Registerkarte 'Problem'
Registerkarte 'Bedingungen'
Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnungen'

Registerkarte 'Problem'



Optimierungstyp



Die Liste enthält folgende Einträge:

- Minimierung
- Maximierung
- Zielwert
- Nur Bedingungen

Objekte, die den Optimierungstyp definieren.

Optimierte Parameter

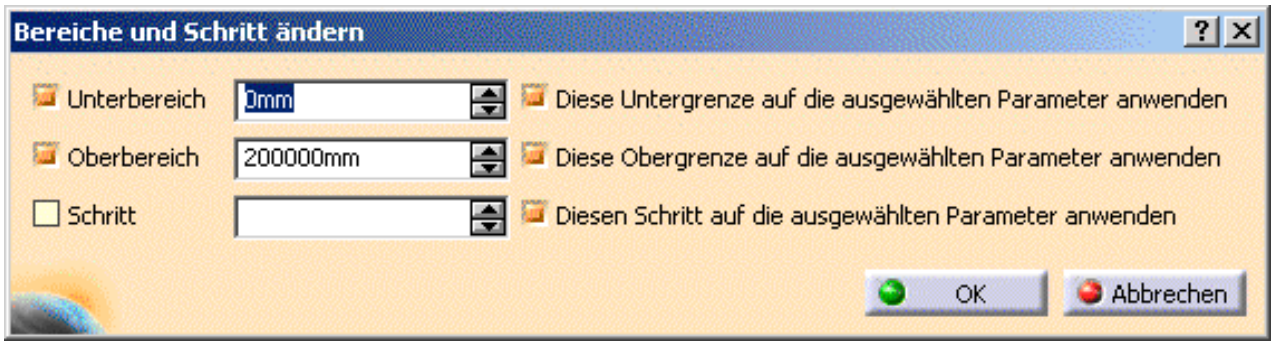
Die Schaltfläche **Auswählen...** anklicken, um die Liste der Parameter, die optimiert werden können, anzuzeigen. Nach der Auswahl wird eine CATIA Aktualisierung ausgelöst, um sicherzustellen, dass der Wert des optimierten Parameters auf dem neuesten Stand ist.

Freie Parameter

- Zur Angabe freier Parameter die Schaltfläche **Liste bearbeiten** anklicken.
- Um Begrenzungen für einen freien Parameter anzugeben, den Parameter auswählen, dem Begrenzungen in der Liste freier Parameter hinzugefügt werden sollen. Anschließend **Bereiche und Schritt bearbeiten** anklicken. Über das angezeigte Dialogfenster kann auch ein Schritt angegeben werden (siehe nebenstehendes Beispiel).

Bereiche und Schritte mehrerer freier Parameter können jetzt gleichzeitig ausgewertet werden.

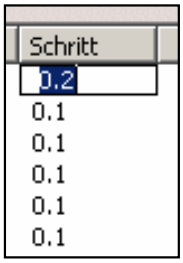
1. Einen freien Parameter auswählen und diesem Bereiche und/oder Schritte (unverändert) zuweisen.
2. Mehrere freie Parameter auswählen, und die Schaltfläche 'Bereiche und Schritt bearbeiten' anklicken: Im Fenster werden die Werte der ersten ausgewählten Parameter angezeigt. Die Option "**Diese/n ... auf die ausgewählten Parameter anwenden**" ist in allen Fällen aktiviert.



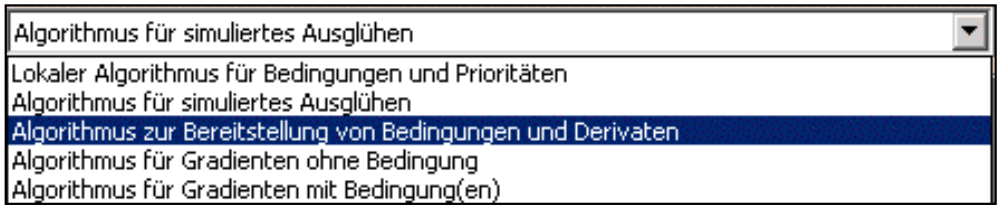
Hinweis:

- Um freien Parametern dieselben Bereiche und/oder Schritte zuzuweisen, sollten sie vom Typ identisch sein. Andernfalls wird ein Fehlerfenster angezeigt.
- Beachten: Wenn eines der Markierungsfelder "**Diese/n ... auf alle ausgewählten Parameter anwenden**" inaktiviert ist, werden die für den entsprechenden Bereich durchgeführten Änderungen (Wert geändert oder entfernt) oder wird der Schritt nicht berücksichtigt. Für jeden ausgewählten Parameter wird die alte Konfiguration verwendet. Wird also der Wert eines Bereichs oder eines Schrittes geändert (oder entfernt, indem die Markierung der ersten Zeile entfernt wird) und wird das Markierungsfeld **Diese/n ... auf die ausgewählten Parameter anwenden** inaktiviert, wird die Änderung nicht berücksichtigt. Die ausgewählten Parameter behalten ihre Werte.
- Wenn das Feld 'Unterbereich' nicht markiert ist, erhalten die ausgewählten Parameter keinen untergeordneten Bereich. Dies trifft auch auf den übergeordneten Bereich und Schritt zu.
- Bei Auswahl der freien Werte werden die zugeordneten Parameter im CATIA Strukturbaum hervorgehoben.

Die Schritte können nun direkt in den Zellen bearbeitet werden.



Verfügbare Algorithmen


Algorithmus für simuliertes Ausglühen
Lokaler Algorithmus für Bedingungen und Prioritäten
Algorithmus für simuliertes Ausglühen
Algorithmus zur Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten
Algorithmus für Gradienten ohne Bedingung
Algorithmus für Gradienten mit Bedingung(en)

Siehe Auszuführenden Algorithmus angeben.

Beendigungskriterien

Ist das Verhalten der Zielfunktion unbekannt, den Algorithmus mit den Standardwerten ausführen. Falls erforderlich, kann der Algorithmus jederzeit wiederholt werden, wenn der Prozess weitere Iterationen zu benötigen scheint.

Optimierungsdaten

Um die Optimierungskurven nutzen zu können, müssen die Daten der Optimierung gesichert werden. Wenn das Feld 'Optimierungsdaten sichern' markiert ist, erscheint nach Anklicken von 'Optimierung ausführen' ein Dialogfenster zur Dateiauswahl.

Sonstige

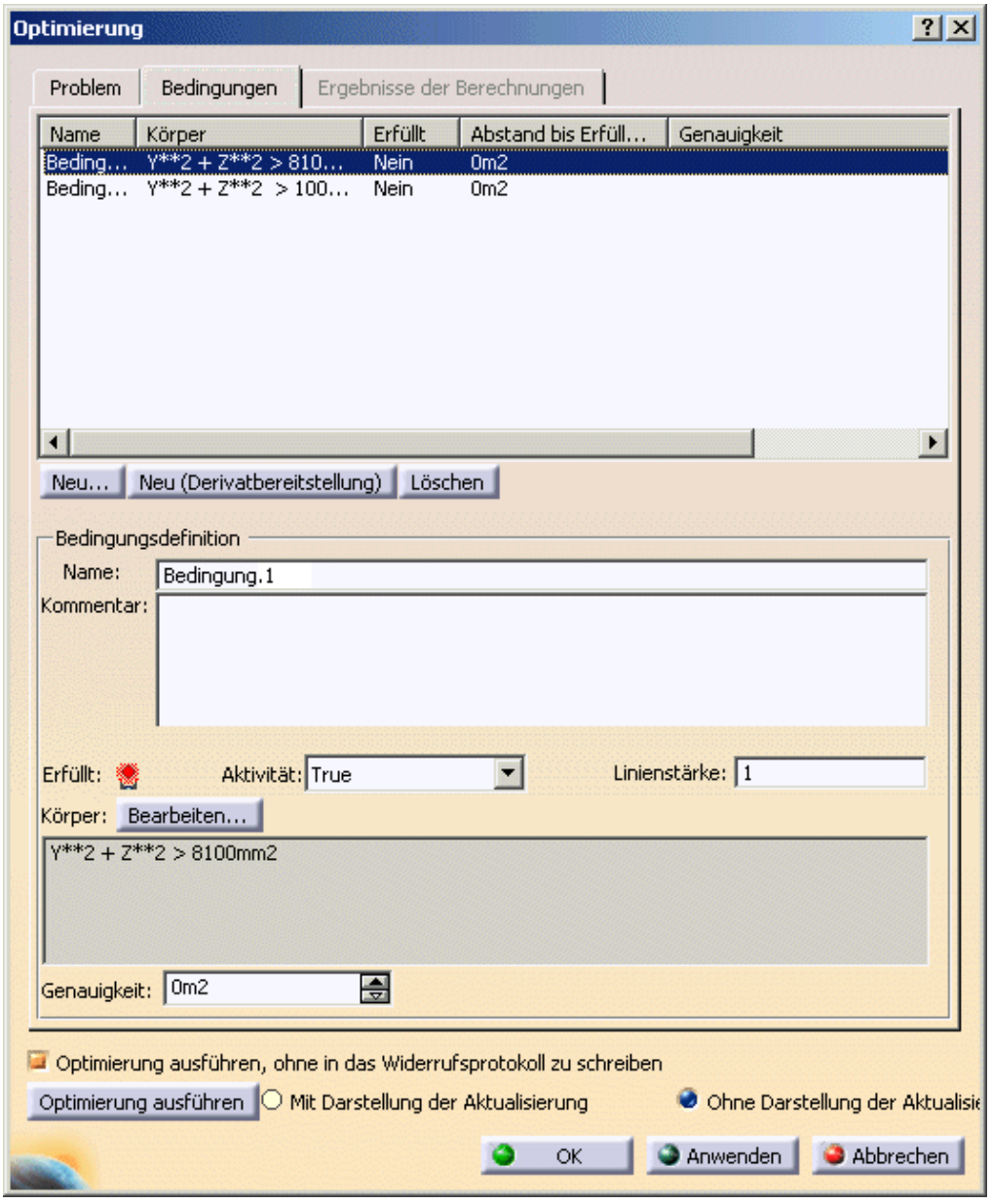
Optimierung ohne Ausfüllen des Widerrufsprotokolls ausführen: Wenn diese Option aktiviert ist, wird die Optimierung gestartet, ohne im Widerrufsprotokoll aufgezeichnet zu werden. Diese neue Option ermöglicht das Optimieren von mittelgroßen und großen FEM-Modellen. Diese neue Funktion ermöglicht eine Senkung der Berechnungszeit und eine drastische Verringerung der Speicherbelegung im Verlauf des Optimierungsprozesses. Die Speicherbelegung sollte im Verlauf des Szenarios linear und um geringe Mengen ansteigen (aufgrund der historischen Füllung der Optimierung). Die Berechnungszeit jeder Aktualisierung während des Optimierungsprozesses bleibt die gleiche.

Mit Darstellung der Aktualisierung/Ohne Darstellung der Aktualisierung: Es kann ausgewählt werden, ob die Optimierung mit oder ohne Darstellung der Aktualisierung gestartet werden soll, indem die geeignete Option angeklickt wird. Hinweis:

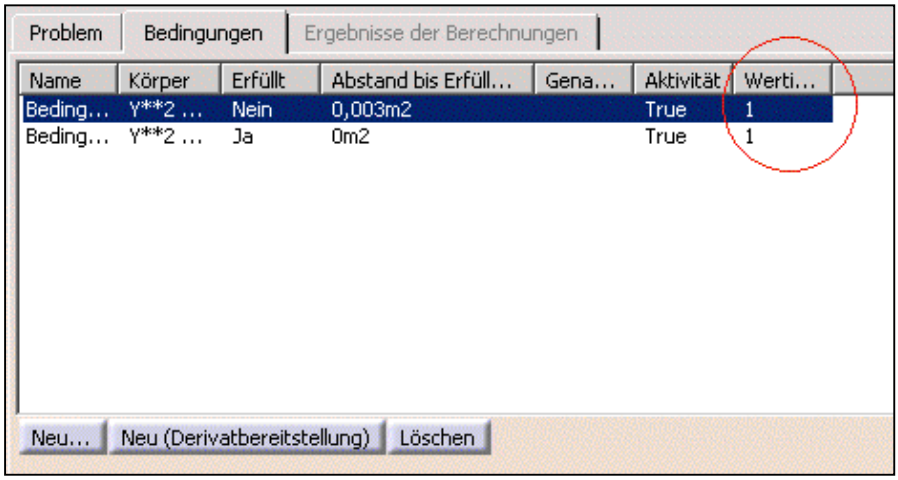
- Im Darstellungsmodus ohne Aktualisierung ('Ohne Darstellung der Aktualisierung') wurde die Leistung verbessert. Je nach Modell und Optimierung konnte zwischen den beiden Modi ('Mit Darstellung der Aktualisierung' und 'Ohne Darstellung der Aktualisierung') eine Leistungsverbesserung im Bereich von 15 % bis 40 % erzielt werden.
- Wurde das Optionsfeld **Mit Darstellung der Aktualisierung** aktiviert, wird die Darstellung während des Optimierungsprozesses aktualisiert. Ist dieses Optionsfeld nicht aktiviert, wird die Darstellung während des Optimierungsprozesses nicht aktualisiert.

Registerkarte 'Bedingungen'

- Bedingung erzeugen
- Bedingung erzeugen, die Derivate unterstützt
- Änderungen an Bedingungen vornehmen
- Bedingungen Wertigkeiten zuweisen (siehe Mit Bedingungen versehene Optimierung mit einer Wertigkeit ausführen)



Bedingung erzeugen



- Zum Erzeugen einer Bedingung die Schaltfläche **Neu...** anklicken. (Der angezeigte Editor wird den Benutzern, die den Konstruktionsratgeber verwenden, vertraut sein.)
- Zum Erzeugen einer Bedingung mit Derivaten die Schaltfläche **Neue Bedingung mit Derivaten** anklicken.
- Zum Löschen einer Bedingung die Schaltfläche **Löschen** anklicken.

Bedingungen können nicht neu gruppiert werden. Jede Bedingung muss einzeln eingegeben werden. Folgende Operatoren sind bei der Angabe von Bedingungen verwendbar:

- == (simuliertes Ausglühen und Algorithmen für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten)
- <, > (alle Algorithmen).

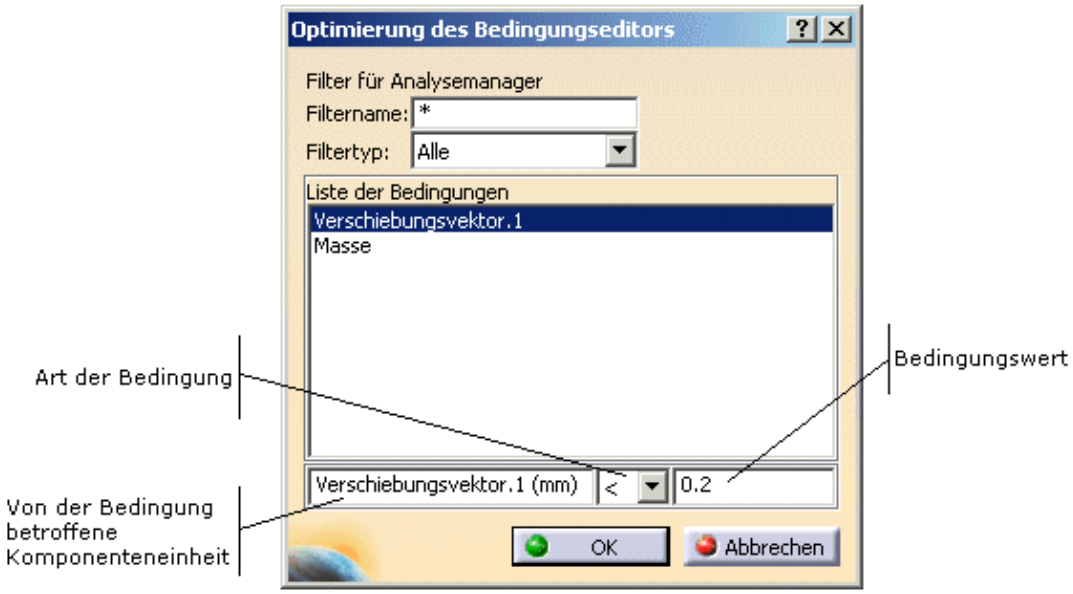
Nach Angabe einer Bedingung wird der Abstand zum Wert, der in der Bedingung angegeben wurde, angezeigt. Ein Symbol zeigt an, ob der ursprüngliche Wert der Bedingung entspricht.

In einer weiteren Spalte wird nun die jeder einzelnen Bedingung zugeordnete Wertigkeit aufgelistet. In dieser Spalte kann die Wertigkeit geändert werden.

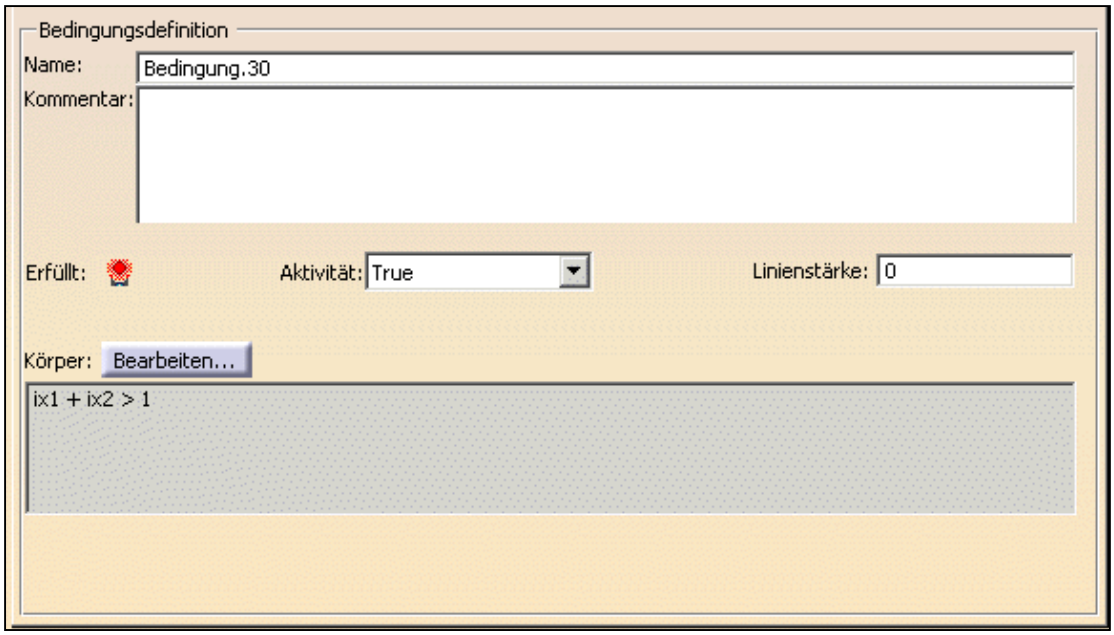
Bedingung erzeugen, die Derivate unterstützt

Zum Erzeugen einer Bedingung mit Derivaten (abgeleiteten Werten) wie folgt vorgehen:

1. Die Schaltfläche **Neu (Derivatbereitstellung)** anklicken (siehe nebenstehende Abbildung).
2. Die Bedingung aus der Liste 'Bedingungen' auswählen und im unteren Teil des Fensters eine Formel zuweisen.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.



Bedingungen, die abgeleitete Werte unterstützen, sind speziellen Analysesensoren zugeordnet (siehe die Dokumentation zur Analyse). Es muss angemerkt werden, dass jede Bedingung einem lokalen Sensor zugeordnet werden kann, der mehrere Ausgabewerte hält (einen für jeden Knoten des Netzes im Bereich des lokalen Sensors). Daher hängt der Wert, der von der Bedingung zurückgegeben und mit deren Begrenzung verglichen wird, um die Erfüllung zu ermitteln, vom Bedingungstyp ab (siehe gegenüberliegende Grafik).
Wenn als Typ "Größer als" verwendet wird, wird der kleinste Wert berücksichtigt, der vom lokalen Sensor zurückgegeben wird.
Wird als Typ "Kleiner als" verwendet, wird als Wert der größte vom lokalen Sensor zurückgegebene Wert berücksichtigt.



Eine Bedingung kann über das Feld **Aktivität** aktiviert (**wahr**) bzw. inaktiviert (**falsch**) werden. Eine inaktivierte Bedingung wird vom Optimierungsalgorithmus nicht berücksichtigt.

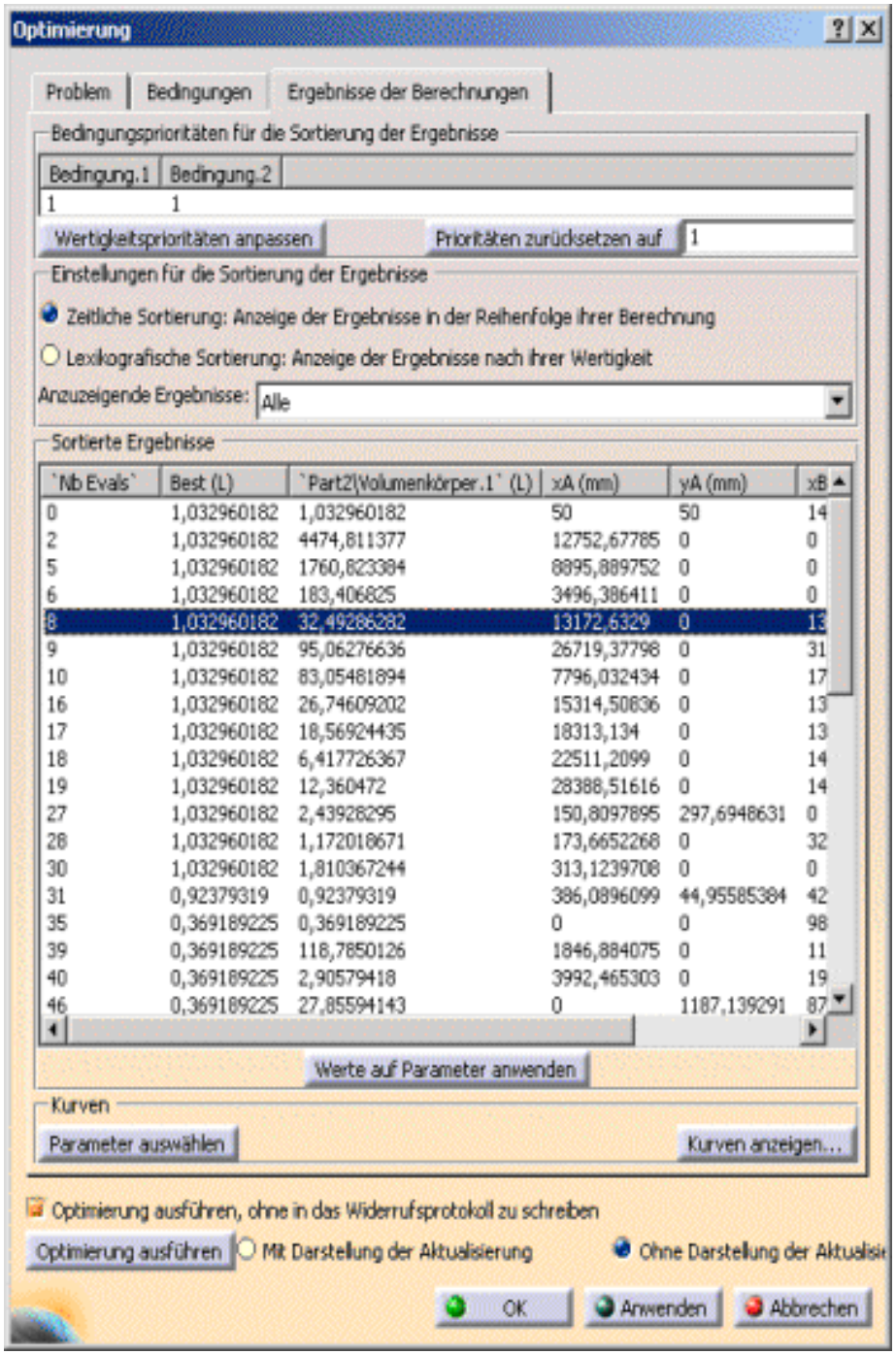
Bedingungen vornehmen

Die Schaltfläche **Bearbeiten...** anklicken, um im Fenster **Optimierung des Bedingungseditors** (Optimization Constraints Editor) Änderungen an Bedingungen vorzunehmen. Dieser Editor ist dem Formeleditor sehr ähnlich.

Es ist nun möglich, die Wertigkeit von Bedingungen im Feld 'Wertigkeit' zu ändern. Dazu muss die Bedingung in der Liste ausgewählt und im Feld **Wertigkeit** ein neuer Wert eingegeben werden.

Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnungen'

Diese Registerkarte steht nur zur Verfügung, wenn vor der Ausführung der Optimierung die Option **Optimierungsdaten sichern** markiert wurde.



Feld 'Bedingungsprioritäten für die Sortierung der Bedingungen'

In diesem Feld werden die Bedingungen und die ihnen zugewiesenen Prioritäten aufgelistet. Diese Prioritäten unterscheiden sich allerdings von den Wertigkeiten, die von Algorithmen zur Suche nach den Lösungen verwendet werden.

Bei der Anzeige mit lexikografischer Sortierung können die Prioritäten variiert und so ihre Auswirkung auf die bereits bestehenden berechneten Ergebnisse getestet werden. Auf die generierten Ergebnisse selbst hat das Ändern dieser Prioritäten keine Auswirkung. Durch das Ändern der Reihenfolge der Liste werden sie lediglich unter einem anderen Blickwinkel dargestellt.

Hinweis:

- Die Prioritäten für Bedingungen in diesem Feld können bearbeitet werden. Dazu muss die betreffende Zelle angeklickt und die neue Wertigkeit eingegeben werden.
- Wenn die Priorität einer Bedingung geändert wird, wird automatisch die Liste **Sortierte Ergebnisse** aktualisiert.
- Das Ändern der Priorität einer Bedingung auf dieser Registerkarte wirkt sich nur auf die lexikografische Sortierung aus, nicht aber auf den Algorithmus. Dies kann hilfreich sein, wenn die Auswirkung einer anderen Gewichtung getestet werden soll, ohne den Algorithmus auszuführen.
- Ist die Priorität gleich 0, wird der Standardalgorithmus verwendet. Die niedrigste anwendbare Priorität ist 1. Es gibt keine Obergrenze.

- Prioritäten sind ganze Zahlen und werden in der Nachbearbeitung der Ergebnisse verwendet. Wertigkeiten sind reelle Zahlen (z. B. 1,2), die bei der Berechnung verwendet werden.

Feld 'Einstellungen für die Sortierung der Ergebnisse'

- **Zeitliche Sortierung**: Die Ergebnisse werden entsprechend der Reihenfolge ihrer Berechnung angezeigt.
- **Lexikografische Sortierung**: Die Ergebnisse werden sortiert vom besten zum schlechtesten Ergebnis angezeigt. Dabei werden die den Bedingungen zugewiesenen Prioritäten berücksichtigt. Weitere Informationen enthält der Abschnitt Mit Bedingungen versehene Optimierung mit einer Wertigkeit ausführen.

Blätterliste 'Anzuzeigende Ergebnisse'

- **Alle**: In der sortierten Liste werden alle Ergebnisse angezeigt.
- **Alle Einschränkungen nur erfüllt, wenn**: In der sortierten Liste werden nur die Ergebnisse der erfüllten Bedingungen angezeigt.
- **Benutzerdefiniert**: In der sortierten Liste werden nur die vom Benutzer ausgewählten

Elemente angezeigt.

Feld 'Sortierte Ergebnisse'

In dieser Liste wird das Ergebnis der Optimierung unter Berücksichtigung der angewendeten Filter und der Sortierungsart (zeitliche Sortierung oder lexikografische Sortierung) angezeigt.

Die Schaltfläche **Werte auf Parameter anwenden** ermöglicht die Auswahl einer Zeile in der Liste und die Anwendung der hierin angegebenen Werte auf die Parameter.

Das Feld 'Kurven'

Die Schaltfläche **Parameter auswählen** ermöglicht die Auswahl der Parameter der Optimierungsdatei, deren Entwicklung in den Kurven dargestellt wird. Weitere Informationen enthält der Abschnitt Ergebnisse interpretieren.

Die Schaltfläche **Kurven anzeigen...** ermöglicht das Anzeigen der Kurven, die die Parameter während des Optimierungsprozesses darstellen.

Weitere Informationen enthält der Abschnitt Weitere Informationen zur Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnungen'.

Weitere Informationen zur Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnungen'

Beschreibung des Algorithmus

Simuliertes Ausglühen (globale Suche):

Alle Bedingungen werden im Algorithmus sofort berücksichtigt. Prioritäten werden durch Zuordnen von Wertigkeiten implementiert, die den Prioritäten der einzelnen Bedingungen entsprechen. Die neue Zielfunktion der Optimierung beinhaltet eine globale Funktion, die das Ziel neu gruppiert, und die geänderten Bedingungen.

Gradienten-basierte Verfahren (lokale Suche):

Alle Bedingungen sowie die Zielfunktion müssen sich voneinander unterscheiden. Die Optimierung berücksichtigt beim Optimierungsprozess jede durch ihre Wertigkeit veränderte Bedingung. Die Wertigkeit wirkt sich auf die Suchrichtung des Gradienten aus.
Das Ändern der Wertigkeit kann daher in beiden Fällen bei derselben Problemdefinition zu einer anderen Lösung führen.

Ergebnisse nutzen: Filterung und Handhabung von Wertigkeiten

Prioritäten werden auf 2 Ebenen eingesetzt:

- Zur Gewährleistung einer besseren Konvergenz werden Bedingungen im Algorithmus vorrangig behandelt.
- Prioritäten werden in der nachträglichen Bearbeitung von Ergebnissen berücksichtigt, damit je nach Ziel und Prioritäten von Bedingungen die besten Ergebnisse bestimmt werden können. Bedingungswerte werden von der höchsten zur niedrigsten Bedingungspriorität sortiert, wobei die höchste Priorität am Anfang steht.
- Bei zwei gleichwertigen Werten einer jeweiligen Bedingung richtet sich Reihenfolge nach der nächsten Prioritätsbedingung (lexikografische Reihenfolge).
- Haben mehrere Bedingungen dieselbe Priorität, wird anhand einer Pareto-Reihenfolge die Klassifikation definiert (d. h. eine Lösung ist mit einer anderen Lösung gleichwertig, wenn die Verbesserung einer Bedingung derselben Priorität zur Verschlechterung (mindestens) einer anderen Bedingung führt. Eine Lösung gilt dann als besser, wenn mindestens eine Bedingung derselben Priorität verbessert wird und die anderen dadurch unverändert bleiben oder eine Verbesserung erfahren..

Lexikografische Reihenfolge

Alle Prioritäten sind verschieden

Bedingungen	C1	C2	C3	Index #	Klasse #
Prioritäten	2	3	1		
Werte	10	20	30	1	5
	10	3	2	2	2*
	3	7	9	3	4
	7	3	8	4	1*
	3	6	8	5	3

Um herauszufinden, welche Zeile in der nebenstehenden Tabelle die beste ist, müssen zunächst die Werte von c2 (höchste Priorität: 3) verglichen werden. Sind diese gleichwertig, müssen nun die Werte von c1 (Beispiel einer Klasse # 2* und 1*) verglichen werden. Sind diese ebenfalls gleichwertig, muss diese Vorgehensweise entsprechend fortgesetzt werden.

Bedingungen	C1	C2	C3	Index #	Klasse #
Prioritäten	2	1	3		2
Werte	10	20	30	1	5
	10	3	2	2	1 (basiert auf c1)
	3	7	9	3	4
	7	3	8	4	3* (basiert auf c1, da c3-Werte gleichwertig)
	6	3	8	5	2*

In der nebenstehenden Tabelle müssen die C1-Werte berücksichtigt werden, da die C2- und C1-Werte gleichwertig sind.

- Sind alle Prioritäten gleichwertig, kann eine Gleichwertigkeit zweier Lösungen nur dann auftreten, wenn alle Bedingungswerte der beiden verschiedenen Lösungen gleich sind.
- Durch das Ändern der Prioritäten ändert sich auch die Rangfolge der Lösungen (Klasse #)

Einige Prioritäten sind gleichwertig

Bedingungen	C1	C2	C3	Index #	Klasse #
Prioritäten	1	2	2		
Werte	10	20	30	1	4
	7	2	3	2	1*
	3	7	9	3	3
	7	3	2	4	1*
	3	6	9	5	2

Werden in der nebenstehenden Tabelle nur die Werte von C1 und C2 berücksichtigt, ergeben sich 3 identische Lösungen: 5, 4 und 2. Die Lösung 3 ist die in der Mitte liegende Lösung und Lösung 1 die schlechteste.
Wenn alle Bedingungen berücksichtigt werden, ergibt sich die folgende Reihenfolge (beste zur schlechtesten): 2, 4, 5, 3, 1.

* Beide Lösungen sind gleichwertig: Eine Erhöhung von c2 führt zu einer Herabsetzung von c3 und umgekehrt. Darüber hinaus ist c1 in beiden Fällen identisch.

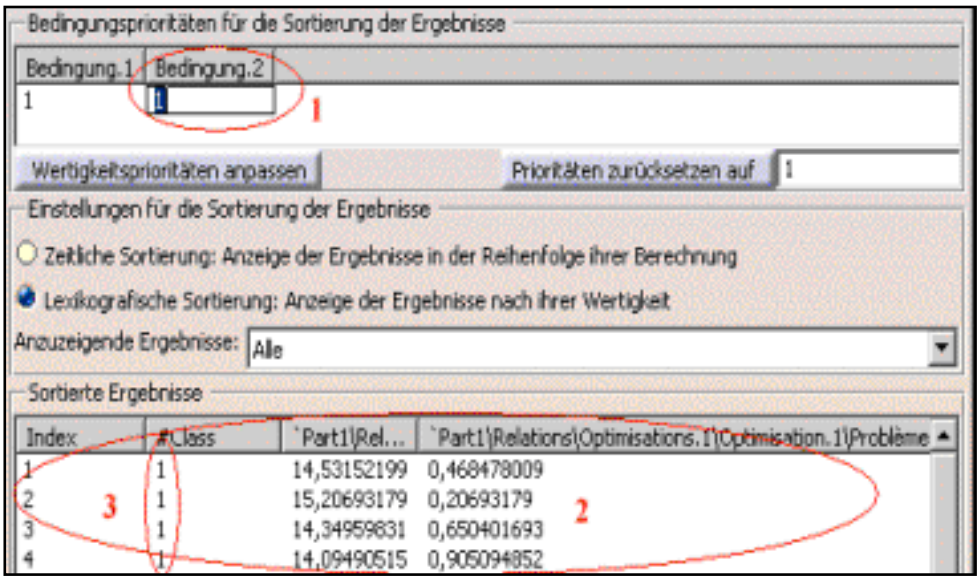
Alle Prioritäten sind gleichwertig

Bedingungen	C1	C2	C3	Index #	Klasse #
Prioritäten	1	1	1		
Werte	10	20	30	1	2*
	10	3	2	2	1
	3	7	8	3	1
	7	3	8	4	1
	3	6	9		1

In der nebenstehenden Tabelle sind alle Lösungen genau gleichwertig, mit Ausnahme von Lösung 2.

* Alle Werte haben sich verschlechtert.

Ergebnisse analysieren



- Die Ergebnisse der Optimierung werden auf der Registerkarte **Ergebnisse der Berechnungen** des Dialogfensters 'Optimierung' (**2**) dargestellt.
- Auf dieser Registerkarte werden Prioritäten angezeigt und können auch hier geändert werden (**1**). Das Ändern der Priorität einer Bedingung auf dieser Registerkarte wirkt sich nur auf die lexikografische Sortierung aus, nicht aber auf den Algorithmus.
- Mehrere Bedingungen können dieselben Prioritäten haben, es kann mehrere Ergebnisse geben (d. h. gleichwertige Lösungen). Diese Lösungen werden nach abnehmender Wertigkeit sortiert dargestellt.
- Die Spalte **#Class** (#Klasse) gibt die Qualität der Lösung wieder (**3**). Lösungen, die derselben Klasse angehören, sind gleichwertig.
- Wertigkeitsprioritäten anpassen: Ermöglicht das Sortieren der Bedingungen in der Reihenfolge, die von jeder Bedingung auf der Registerkarte 'Bedingungen' zugewiesenen Wertigkeit vorgegeben wird.

Ergebnisse filtern

Durch Filtern der Ergebnisliste ist es möglich, die Anzahl der angezeigten Lösungen zu beschränken und die Lösungen neu anzuordnen:

- **Zeitliche Sortierung**: Die Lösungen werden entsprechend der Reihenfolge ihrer Verwendung durch den Algorithmus angezeigt.
- **Lexikografische Sortierung**: Die Lösungen werden in lexikografischer Reihenfolge aufgelistet (die höchste Priorität zuerst). Bei einer Gleichwertigkeit (d. h. Bedingungen mit gleichen Wertigkeiten) werden sie in zeitlicher Reihenfolge, aber mit derselben Klasse dargestellt.

Filter können auch auf Bedingungswerte angewendet werden. Der gewünschte Filter kann in einer Kombinationsliste ausgewählt werden:

Alle: Es werden alle Lösungen angezeigt.

Alle Einschränkungen nur erfüllt, wenn: Es werden nur Lösungen mit erfüllten Bedingungen angezeigt.

Benutzerdefiniert: In der sortierten Liste werden nur die vom Benutzer ausgewählten Elemente angezeigt.

Eine Lösung auswählen

Eine Lösung kann durch Anklicken von

ausgewählt und sie kann auf die Parameter angewendet werden.

Auszuführenden Algorithmus angeben

- Algorithmustypen
- Konfiguration von Algorithmen
- Beendigungskriterien
- Algorithmen - Zusammenfassung
- Algorithmusversionen

Algorithmustypen

Für die Durchführung einer Optimierung kann einer der folgenden Algorithmen verwendet werden:

- In CAAOptimizationInterfaces.edu definierte Benutzeralgorithmen
- Lokaler Algorithmus für Bedingungen und Prioritäten
- Algorithmus für simuliertes Ausglühen
- Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten
- Algorithmus für Gradienten ohne Bedingungen
- Algorithmus für Gradienten mit Bedingungen

In CAAOptimizationInterfaces.edu definierter Benutzeralgorithmus

Es können eigene Algorithmen definiert werden. Ein Beispiel hierzu ist bei den CAAOptimization-Schnittstellen zu finden.

Lokaler Algorithmus für Bedingungen und Prioritäten

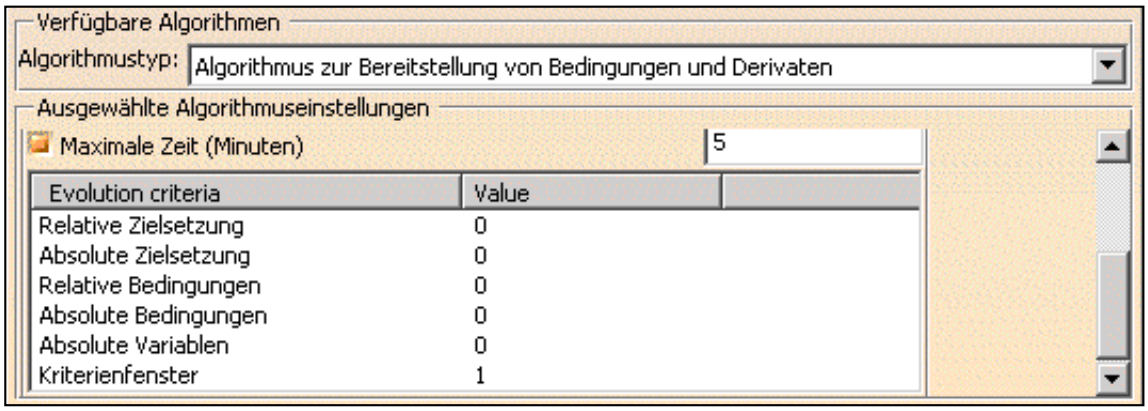
Dieser Algorithmus berücksichtigt Bedingungen und Prioritäten.

Algorithmus für simuliertes Ausglühen

- Bei diesem Algorithmus handelt es sich um einen globalen stochastischen Suchalgorithmus; zwei aufeinanderfolgende Ausführungen dieser Methode führen daher möglicherweise nicht zum selben Ergebnis. Er führt eine globale Suche durch, die sich im Laufe der Zeit zur lokalen Suche entwickelt.
- Er wird normalerweise zur Prüfung nicht linearer, multi-modaler Funktionen verwendet. Diese Funktionen können auch unstetig sein.
- Wenn die Form der objektiven Funktion nicht bekannt ist, empfiehlt es sich, mit dem Modus für simuliertes Ausglühen zu beginnen und erst danach die Ergebnisse mit einem Gradientenabstieg einzugrenzen. Dieses Verfahren ist zwar langsamer, kann aber auf eine größere Anzahl Funktionen angewendet werden.

Eine gute Möglichkeit, im Modus für simuliertes Ausglühen (Simulated Annealing) relativ schnell eine Lösung zu erzielen, besteht in der Angabe einer geringen Anzahl aufeinanderfolgender Aktualisierungen ohne Verbesserungen (z. B. 15 oder 20).
Im Gegenzug kann die Anzahl der aufeinander folgende Aktualisierungen ohne Verbesserungen ebenso erhöht werden wie die Zeit und die Anzahl der vollständigen Aktualisierungen.

Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten



Dieser Algorithmus kann Derivate (wie globale Analysesensoren) in Verbindung mit Bedingungen verarbeiten, die mehrere Werte und Derivate (wie lokale Analysesensoren) bereitstellen. Mit diesem Algorithmus können Beendigungskriterien angegeben werden:

- **Kriterienfenster**: Die Anzahl der Aktualisierungen (Nstop) im Hinblick auf Beendigungskriterien wird bewertet.
- **Relative Bedingungen**: Die Abweichung der relativen Bedingungen, bei der der Algorithmus stoppen muss. Alle Bedingungen sollten diese Kriterien erfüllen, damit der Stopp eintritt.
- **Absolute Bedingungen**: Die Abweichung der absoluten Bedingungen, bei der der Algorithmus stoppen muss. Alle Bedingungen sollten diese Kriterien erfüllen, damit der Stopp eintritt.
- **Absolute Variablen**: Die Abweichung der absoluten Variablen, bei der der Algorithmus stoppen muss. Alle Variablen sollten diese Kriterien erfüllen, damit der Stopp eintritt.

Absolute Zielsetzung: Die Abweichung der absoluten Zielsetzung, bei der der Algorithmus stoppen muss(siehe nebenstehende Formel).

$$Obj._{Max.} - Obj._{Min} < \text{Beendigungskriterien des Benutzers}$$

Relative Zielsetzung: Die Abweichung der relativen Zielsetzung, bei der der Algorithmus stoppen muss (siehe nebenstehende Formel).

$$\frac{Obj._{Max} - Obj._{Min}}{\frac{Obj._{max} + Obj._{min}}{2}}$$

- Dabei gilt:
  Ziels. Max ist der Wert der maximalen Zielsetzung, der im "Kriterienfenster" erzielt wurde.
- Ziels. Min ist der Wert für die minimale Zielsetzung, der im "Kriterienfenster" erzielt wurde.

Algorithmus für Gradienten

Dieser Algorithmus muss zuerst zur Ausführung einer lokalen Suche verwendet werden. Basierend auf der Berechnung einer lokalen Steigung der objektiven Funktion verwendet dieser Algorithmus eine parabolische Näherung und springt zu seinem Minimum, oder er verwendet einen iterierten exponentiellen Schritt absteigend in Richtung des Minimums.
Wenn die Eigenschaften der objektiven Funktion bekannt sind (fortlaufend, an jedem Punkt differenzierbar), kann der Gradient ohne weitere Vorbereitung verwendet werden. Er läuft in der Regel schneller ab als der Algorithmus für simuliertes Ausglühen (Simulated Annealing - SA).

Der Algorithmus für Gradienten kann mit und ohne Bedingungen verwendet werden.

Globale Suche gegenüber lokaler Suche

Simuliertes Ausglühen (Globaler Algorithmus)	Gradient (Lokaler Algorithmus) Lokaler Algorithmus für Bedingungen und Prioritäten, Algorithmus zur Bereitstellung von Zielsetzungen und Derivaten, Algorithmus für Gradienten ohne Bedingung, Algorithmus für Gradienten mit Bedingung(en)
Gleichheitsbedingungen sind zulässig Präzision wird als Abschlussbedingung verwaltet. x == A ist erfüllt, wenn abs(x - A) < *precision*	Gleichheitsbedingungen nicht zulässig Keine Genauigkeit (precision)
Kann mit Bedingungen und ohne Zielfunktion ausgeführt werden	Muss mit einer objektiven Funktion ausgeführt werden.

Algorithmuskonfigurationen

Die Gradientenalgorithmen, der Algorithmus für simuliertes Ausglühen und der Algorithmus zur Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten können in drei von vier unterschiedlichen Konfigurationen ausgeführt werden.

Optionen	Algorithmus für Gradienten	Algorithmus für simuliertes Ausglühen	Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten
Langsam	Langsame Entwicklung auf der Grundlage von Schritten oder Begrenzungen. Einwandfreie Präzision (ist zu verwenden, um Konvergenz zu finden).	Diese 4 Konfigurationen definieren die Akzeptanzstufe von schlechten Lösungen. Wenn das Problem viele lokale Optima hat, *Langsam* verwenden. Wenn das Problem keine lokalen Optima hat, *Unbegrenzt (Nach oben)* verwenden.	
Mittel	Ein zufällig neu gestartetes konjugiertes Gradientenverfahren.		
Schnell	Sucht Sprünge von Minimum zu Minimum. Schnelle Entwicklung, geringere Präzision.		
Unbegrenzt (Nach oben)	-		

Beendigungskriterien

Beendigungskriterien werden verwendet, um die Optimierungsfunktion zu beenden. Wenn eine Optimierung ausgeführt wird, wird das Datum jeder Aktualisierung in einem Nachrichtenfenster angezeigt. Die Berechnung kann durch Anklicken von 'Stopp' beendet werden. Wenn der Berechnungsprozess nicht durch einen Benutzereingriff beendet wird, stoppt die Berechnung unter folgenden Bedingungen:

- Wenn ein Wert (Minimum, Maximum oder Zielwert) gefunden wurde und der Algorithmus nicht mehr fortfahren kann (Gradient), oder
- wenn eines der angegebenen Beendigungskriterien erfüllt wurde.

Dies sind die anzugebenden Beendigungskriterien:

- Maximale Anzahl Aktualisierungen, d. h. wie oft die objektive Funktion höchstens berechnet wird (Anzahl Aktualisierungen).
- Anzahl Aktualisierungen ohne Verbesserung, d. h. die Anzahl zulässiger Aktualisierungen ohne Erreichen eines besseren Ergebnisses.
- Maximale Dauer der Berechnung.

Simuliertes Ausglühen wird ausgeführt, bis eines der Beendigungskriterien erreicht wird. Das Gradientenverfahren kann stoppen, bevor ein lokales Optimum erreicht wurde.

Algorithmen - Zusammenfassung

Die nachstehende Tabelle zeigt die verfügbaren Algorithmen und die jeweils unterstützten Funktionen.

	Lokaler Algorithmus für Bedingungen und Prioritäten	Algorithmus für simuliertes Ausglühen	Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten	Algorithmus für Gradienten ohne Bedingungen	Algorithmus für Gradienten mit Bedingungen
Ungleichheitsbedingungen	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja
Gleichheitsbedingungen	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein
Prioritäten für Bedingungen	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
Bereitstellung von Derivaten	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein
Keine differenzierbaren Zielsetzungen oder Bedingungen	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein

Algorithmusversionen

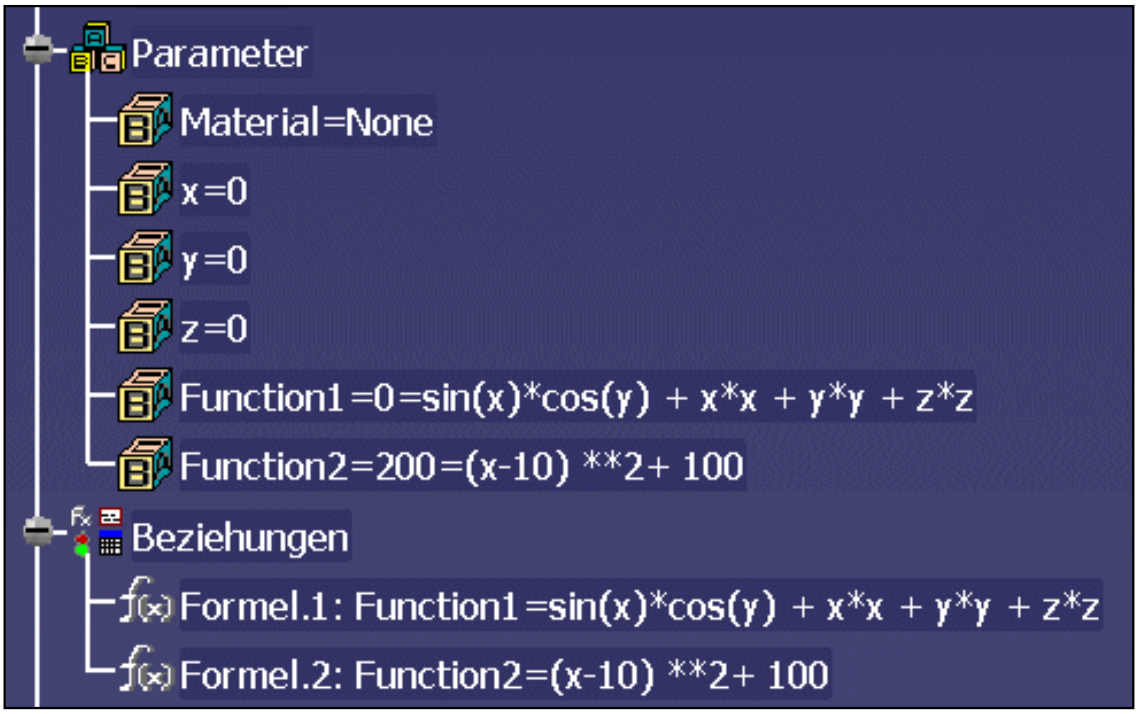
Von Zeit zu Zeit werden die PEO-Algorithmen aktualisiert, um deren Leistungsfähigkeit zu verbessern. Als Nebeneffekt zu diesen Modifizierungen ändert sich das Verhalten des Optimierungsprozesses. Durch Verwendung von Umgebungsvariablen (siehe Tabelle unten) ist es jedoch möglich, zu den vorherigen Algorithmusversionen zurückzukehren.

Variablenname	Variablenwert
GradientVersion	r8Sp3, r9sp4, r10sp1, r11ga
SAVersion	r8sp3, r13ga, r14ga, r14sp1
GradientWithCstVersion	r8sp4, r11ga, r13ga, r14ga, r14sp1, r14sp2, r15ga

Höchstwert suchen

Dieses Szenario veranschaulicht den Typ der Maximierungsoptimierung. Der Algorithmus sucht nach den Parameterwerten, die einem Höchstwert für *Funktion2* entsprechen. Es wird die Methode 'Simuliertes Ausglühen' verwendet. Für das Argument x werden untere und obere Begrenzungen (-10 und +10) angegeben.

1. Das Dokument KwoGoal0.CATPart öffnen oder die im folgenden Strukturbaum beschriebenen Parameter und Formeln zu einem beliebigen Dokument hinzufügen.



2. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen und das Symbol **Optimieren** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.

3. Die zum Ausführen des Optimierungsalgorithmus erforderlichen Daten wie folgt definieren:

Optimierungstyp	*Maximierung*
Optimierter Parameter	*Funktion2*
Freie Parameter	*x - Unterbereich -10 ; Oberbereich: +10*
Algorithmus	*Simuliertes Ausglühen* *Konvergenzgeschwindigkeit: Schnell*
Maximale Anzahl Aktualisierungen	*200*
Aufeinanderfolgende Aktualisierungen ohne Verbesserungen	*50*
Maximale Zeit (Minuten)	*5 Minuten*

4. Das Feld **Optimierungsdaten sichern** markieren, andernfalls werden die Optimierungsdaten

nicht gesichert und die Optimierungskurven können nicht angezeigt werden.

5. **Optimierung ausführen** anklicken.

   - Ein Fenster zur Dateiauswahl wird angezeigt. Einen Pfad auswählen.

   - **'Öffnen'** anklicken. Der Optimierungsprozess beginnt. Die für jede Iteration berechneten Daten werden in einem Fenster angezeigt. Im Verlauf der Optimierung ist zu sehen, wie sich die Werte für *Funktion2* und *x* im Strukturbaum ändern.

   - Für *Funktion2* wird schon sehr früh ein konstanter Wert von 500 erreicht.

   Die freien Parameter sowie der Wert für *Funktion2* werden im Strukturbaum aktualisiert.

   Die Parameter der reellen Zahlen werden mit neun Dezimalstellen angezeigt (wenn einige nicht angezeigt werden, folgen Nullen). Beim Ausführen einer Optimierung mit anderen Parametertypen werden die Werte entsprechend den Einstellungen angezeigt, die auf der Registerkarte 'Einheiten' im Dialogfenster **Tools -> Optionen...** (**Allgemein - Parameter und Messungen**) angegeben sind.

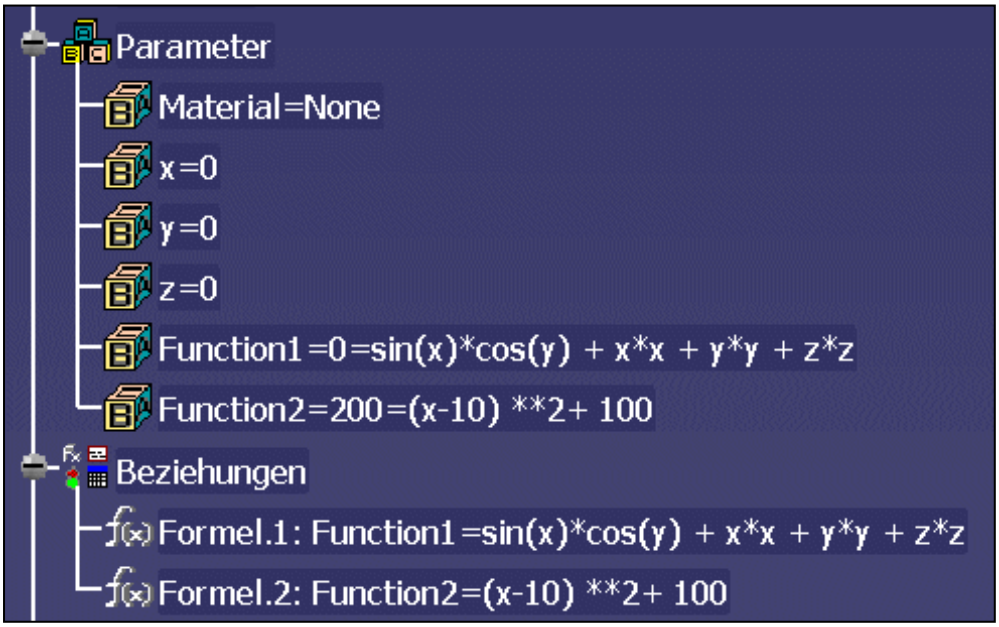
6. Das gleiche Szenario zunächst mit maximal 50 und anschließend mit 20 Aktualisierungen wiederholen.

7. **OK** oder **Abbrechen** anklicken, um das Dialogfenster 'Optimierung' zu verlassen.

Mindestwert suchen

Das folgende Szenario veranschaulicht den Typ der Minimierungsoptimierung. Der Algorithmus sucht nach den Parameterwerten, die einem Mindestwert für Funktion2 entsprechen. Die Gradientenmethode wird verwendet.

1. Das Dokument KwoGoal0.CATPart öffnen oder die im folgenden Strukturbaum beschriebenen Parameter und Formeln einem beliebigen Dokument hinzufügen.



   Die Parameter x, y, z, Funktion1 und Funktion2 müssen reelle Zahlen sein. Die Angabe ihrer Anfangswerte ist nicht erforderlich.

   Falls benötigt, bietet das *CATIA Knowledge Advisor Benutzerhandbuch* Informationen zum Erstellen von Parametern und Formeln.

2. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen und das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.

3. Die zum Ausführen des Optimierungsalgorithmus erforderlichen Daten wie folgt definieren:

Optimierungstyp:	Minimierung
Optimierte Parameter:	Funktion2
Freie Parameter:	x
Algorithmus:	Algorithmus für Gradienten ohne Bedingung
Maximale Anzahl Aktualisierungen :	400
Aufeinander folgende Aktualisierungen ohne Verbesserungen:	100
Maximale Zeit (Minuten):	5 Minuten

4. Vergewissern, dass das Markierungsfeld **Optimierungsdaten sichern** inaktiviert ist.

5. **Optimierung ausführen** anklicken.

   a. Die für jede Iteration berechneten Daten werden im Nachrichtenfenster 'Optimierung' angezeigt. Die Verarbeitung des Algorithmus nicht unterbrechen (also nicht die Option **Stoppen** bei der nächsten Iteration anklicken) und den Optimierungsprozess durchlaufen lassen, bis der Zielwert gefunden oder eine

der folgenden Beendigungsbedingungen erreicht wurde.

b. Der Parameter x sowie der Wert für 'Funktion2' werden im Strukturbaum aktualisiert.

Die Parameter der reellen Zahlen werden mit neun Dezimalstellen angezeigt (wenn einige nicht angezeigt werden, folgen Nullen). Wenn eine Optimierung mit anderen Parametertypen ausgeführt wird, werden die Werte entsprechend den Einstellungen angezeigt, die auf der Registerkarte 'Einheiten' im Dialogfenster **Tools -> Optionen...** (**Allgemein -> Parameter und Messungen**) angegeben sind.

Der aus der Berechnung hervorgegangene Wert für x (10) wird im Dialogfenster 'Optimierung' angezeigt.

6. **OK** oder **Abbrechen** anklicken, um das Dialogfenster 'Optimierung' zu verlassen.

Algorithmus zum Optimieren von Problemen mit nicht erfüllten Bedingungen verwenden

In dieser Übung wird beschrieben, wie der Gradienten-basierte Algorithmus verwendet wird, um Probleme mit nicht erfüllten Bedingungen zu optimieren.

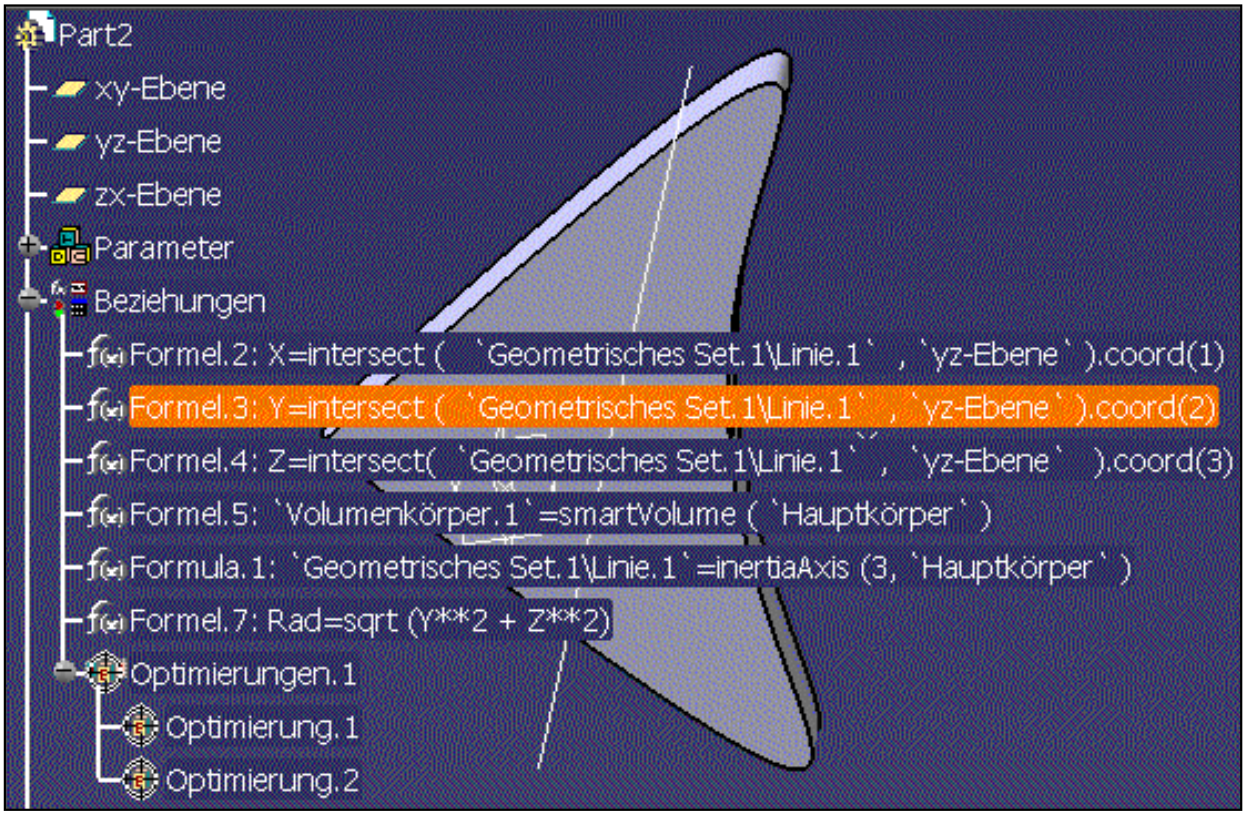
1. Die Datei KwoGettingStarted.CATPart öffnen.
2. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Product Engineering Optimizer-Umgebung zugreifen.
3. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken, um auf das Dialogfenster 'Optimierung' zuzugreifen. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
4. Die folgenden Parameter in das Registerkarte **Problem** eingeben:

Optimierungstyp	Zielwert						
Optimierter Parameter	Volume.1						
Zielwert	0.8L						
Freie Parameter		**xA**		**yA**		**xB**	**yB**
	Unterbereich	40		40		50	40
	Oberbereich	80		80		200	100
Algorithmus	Algorithmus für Gradienten mit Bedingungen						
Beendigungskriterien							
• *Maximale Anzahl Aktualisierungen*	200						
• *Aufeinander folgende Aktualisierungen ohne Verbesserungen*	50						
• *Maximale Zeit (Minuten)*	5						

5. Die folgenden Bedingungen auf der Registerkarte **Bedingungen** eingeben:

Constraint.1	Z**2 + Y**2 < 5000 mm2
Constraint.2	Y**2 + Z**2 > 1000 mm2

6. Die Schaltfläche **Optimierung ausführen** anklicken. Nach Abschluss des Optimierungsprozesses sollte das Teil wie im folgenden Beispiel gezeigt aussehen:



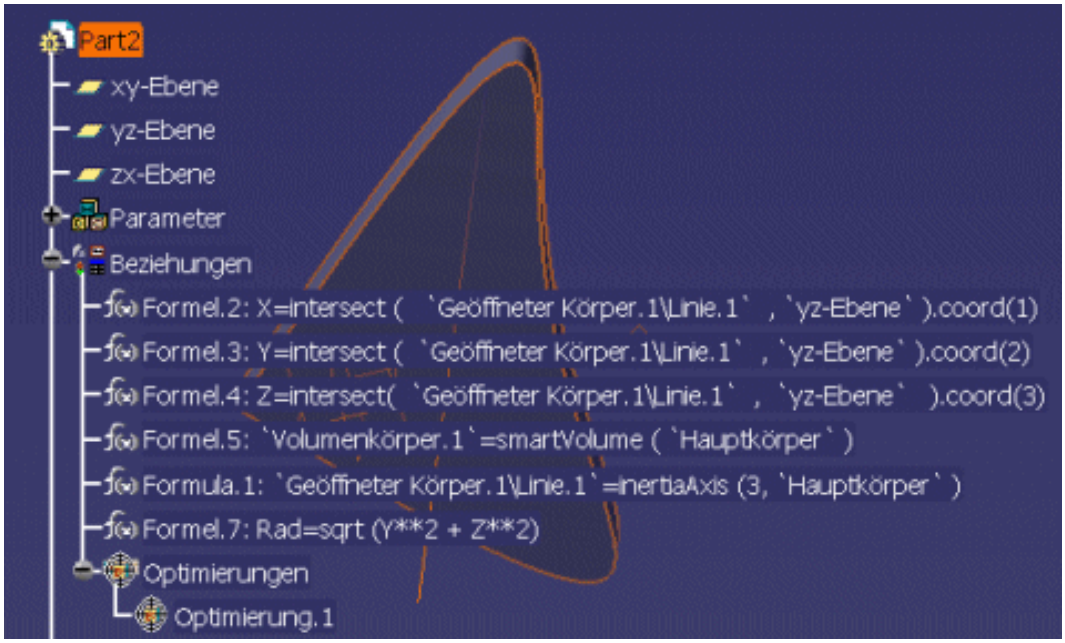
7. Die Bereiche der freien Parameter neu definieren (siehe unten):

Freie Parameter

Name	Wert	Unterber...	Oberbe...	Schritt
xA	41.771mm	0mm	50mm	Auto.
yA	33mm	0mm	50mm	Auto.
xB	105mm	50mm	150mm	Auto.
yB	52.584mm	20mm	80mm	Auto.

8. Die Schaltfläche **Optimierung ausführen** anklicken. Die generierten Werte liegen wesentlich näher am Zielwert.

Die nebenstehende



Grafik anklicken, um sie zu vergrößern.

Bedingungen verwenden

Im folgenden Szenario wird der Algorithmus für simuliertes Ausglühen mit Bedingungen und ohne objektive Funktion verwendet, um eine Gruppe von Parametern xA, xB, yA und yB zu suchen, so dass die Trägheitsachse des Blocks innerhalb eines durch zwei Kreise definierten Bereichs verbleibt.
Dies sind die Kreisdefinitionen entsprechend ihrer Angabe als Bedingungen im folgenden Szenario:
Y**2 + Z**2 < 8100mm2
Y**2 + Z**2 < 1000mm2

Nachdem dieser Teil des Szenarios abgeschlossen wurde, wird der Algorithmus für Gradienten verwendet, um ein Set aus xA, xB, yA und yB zu finden, so dass der Abstand der Trägheitsachse zum Ursprung minimal ist. Dieser zweite Teil des Szenarios setzt voraus, dass die Bedingungen erfüllt sind.

Es ist möglich, Bedingungen ohne objektive Funktion (nur Simuliertes Ausglühen) oder mit objektiver Funktion (für beide Algorithmen verfügbar) zu verwenden.

1. Das Dokument KwoGettingStarted.CATPart öffnen. Dieses Dokument enthält einen aus einem Spline extrudierten Block. Die in diesem Dokument definierten Beziehungen ermöglichen die Angabe der Position einer Trägheitsachse.

Parameter
Material=None
X=0mm=intersect (`Geöffneter Körper.1\Linie.1` , `yz-Ebene`).coord(1)
Y=65,606mm=intersect (`Geöffneter Körper.1\Linie.1` , `yz-Ebene`).coord(2)
Z=32,089mm=intersect(`Geöffneter Körper.1\Linie.1` , `yz-Ebene`).coord(3)
`Volumenkörper.1`=0,001m3=smartVolume (`Hauptkörper`)
Rad=73,033mm=sqrt (Y**2 + Z**2)
Beziehungen
Formel.2: X=intersect (`Geöffneter Körper.1\Linie.1` , `yz-Ebene`).coord(1)
Formel.3: Y=intersect (`Geöffneter Körper.1\Linie.1` , `yz-Ebene`).coord(2)
Formel.4: Z=intersect(`Geöffneter Körper.1\Linie.1` , `yz-Ebene`).coord(3)
Formel.5: `Volumenkörper.1`=smartVolume (`Hauptkörper`)
Formula.1: `Geöffneter Körper.1\Linie.1`=inertiaAxis (3, `Hauptkörper`)
Formel.7: Rad=sqrt (Y**2 + Z**2)
Hauptkörper

2. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen und das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
3. **Nur Bedingungen** als Optimierungstyp auswählen.
4. Die Schaltfläche **Liste bearbeiten** anklicken, um die nachstehenden freien Parameter auszuwählen: xA, xB, yA, yB. Keine optimierten Parameter auswählen. **OK** anklicken.
5. In der Algorithmenliste den **Algorithmus für simuliertes Ausglühen** auswählen.
6. Auf der Registerkarte 'Bedingungen' die Schaltfläche **Neu...** anklicken, um die folgende Bedingung einzugeben:

Y**2 + Z**2 > 8100mm2

7. Im Editor zum Optimieren von Bedingungen **OK** anklicken, anschließend nochmals **Neu...** anklicken, um die zweite Bedingung einzugeben:
   Y**2 + Z**2 < 10000mm2

8. **Optimierung ausführen** anklicken.
   Das Ergebnis der Optimierung ist ein Block, dessen Trägheitsachse sich in einem durch die zwei angegebenen Kreise begrenzten Bereich befindet. Die Registerkarte 'Bedingungen' ansehen. Alle Bedingungen sind erfüllt. Nun kann ein Algorithmus für Gradienten gestartet werden, um den Mindestwert des Parameters 'Rad' zu ermitteln.

9. Auf der Registerkarte 'Problem' Folgendes auswählen:

   - **Minimierung** als Optimierungstyp.
   - 'Rad' als zu optimierenden Parameter (die Schaltfläche **Auswählen...** anklicken) und **Gradientenalgorithmus mit Bedingung(en)** auswählen.
   - Die freien Parameter nicht ändern.

10. **Optimierung ausführen** anklicken, um die Optimierung mit den standardmäßigen Beendigungskriterien auszuführen. Nach Abschluss der Optimierung liegt der Mindestwert für 'Rad' bei nahezu 90 mm. Es wurde eine Gruppe von Werten xA, xB, yA, yB ermittelt, so dass sich die Trägheitsachse des Blocks nahezu auf dem durch folgendes Verhältnis definierten Kreis befindet:
    Y**2 + Z**2 = 8100mm2

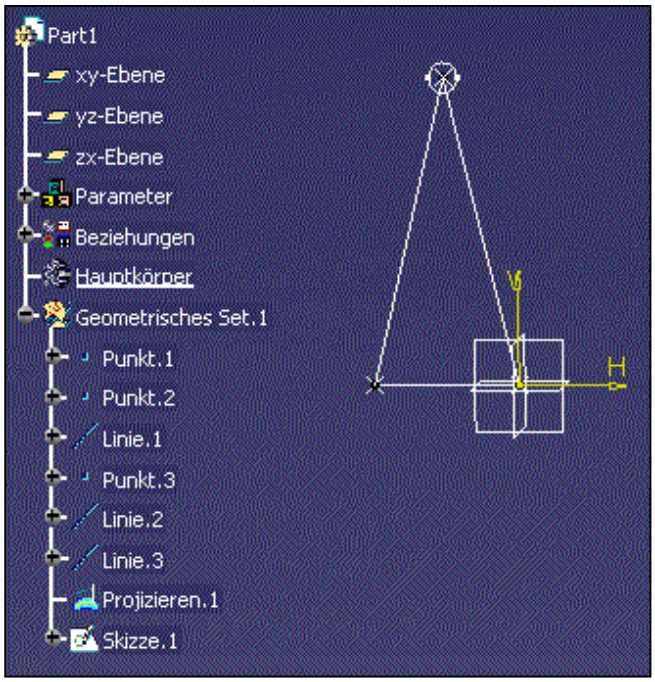
Mit Bedingungen versehene Optimierung mit einer Wertigkeit ausführen

In diesem Szenario wird gezeigt, wie Bedingungen Wertigkeiten zugewiesen werden und wie sich dies auf die Geometrie auswirkt. Die bereitgestellte Datei enthält ein Dreieck. Das Szenario ist in zwei Schritte unterteilt:

- Zunächst soll die Optimierung so ausgeführt werden, dass der Abstand zwischen dem Scheitelpunkt des Dreiecks und Punkt.1 so gering wie möglich ist.
- Anschließend soll die Optimierung so ausgeführt werden, dass der Abstand zwischen dem Scheitelpunkt des Dreiecks und Punkt.2 so gering wie möglich ist.

Zu diesem Zweck müssen Bedingungen definiert und diesen Wertigkeiten zugewiesen werden.

1. Die Datei KwoConstraintswithWeights.CATPart öffnen. Das folgende Bild wird angezeigt:



Diese Datei enthält ein Dreieck. Den Seiten des Dreiecks werden Parameter zugewiesen, die anhand von Formeln ausgewertet wurden.

- **f1**: Abstand zwischen Punkt.1 und Punkt.3. Die Auswertung erfolgt anhand Formel.1 (Formula.1).
- **f2**: Abstand zwischen Punkt.2 und Punkt.3. Die Auswertung erfolgt anhand Formel.2 (Formula.2).
- **l1**: Abstand zwischen Punkt.1 und Punkt.3. Die Auswertung erfolgt anhand Formel.3 (Formula.3).
- **l2**: Abstand zwischen Punkt.2 und Punkt.3. Die Auswertung erfolgt anhand Formel.4 (Formula.4).

2. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen und das Symbol **Optimieren** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
3. Die zum Ausführen des Optimierungsalgorithmus erforderlichen Daten wie folgt definieren:

Auf der Registerkarte 'Problem'

- In der Blätterliste **Optimierungstyp** die Option **Nur Bedingungen** auswählen.

- Im Feld **Freie Parameter** die Schaltfläche **Liste bearbeiten** anklicken. Mit Hilfe der Pfeiltaste die folgenden Parameter auswählen und anschließend **OK** anklicken:
  - Geometrisches Set.1 \ Punkt.3 \ X
  - Geometrisches Set.1 \ Punkt.3 \ Z
- In der Liste der Algorithmustypen den Eintrag **Algorithmus für simuliertes Ausglühen** auswählen.

Auf der Registerkarte 'Bedingungen'

- Die Schaltfläche **Neu...** anklicken, um eine neue Bedingung zu erzeugen und das folgende Script in den Editor eingeben:

```
f1*f1==0
```

- Nach Abschluss **OK** anklicken.
- Die Schaltfläche **Neu...** anklicken, um eine neue Bedingung zu erzeugen und das folgende Script in den Editor eingeben:

```
f2*f2==0
```

- Nach Abschluss **OK** anklicken. Die Bedingungen sind definiert.
- Bedingung.1 eine Wertigkeit zuordnen. Dazu 'Bedingung.1' in der Tabelle anklicken und in das Feld **Wertigkeit** den Wert 5 eingeben.
- Den Präzisionswert auf 0,01 festlegen.

4. Das Optionsfeld **Mit Darstellung der Aktualisierung** anklicken, und dann die Schaltfläche **Optimierung ausführen** anklicken. Den Namen der Datei, in der die Optimierungsdaten stehen werden, in das Dialogfenster **Sichern als** eingeben (Constraintswithweights.xls) und **Sichern** anklicken.
   - Die für jede Iteration berechneten Daten werden im Nachrichtenfenster 'Optimierung' angezeigt. Die Verarbeitung des Algorithmus nicht unterbrechen (also nicht die Option 'Stoppen' bei der nächsten Iteration anklicken) und den Optimierungsprozess durchlaufen lassen, bis der Zielwert gefunden oder eine der folgenden Beendigungsbedingungen erreicht wurde.
   - Das Ergebnis wird auf der Registerkarte 'Bedingungen' angezeigt.

Name	Körper	Erfüllt	Abstand bis Erfüll...	Gena...	Aktivität	Werti...
Bedingung.1	f1*f1==0	Nein	1,89651	0,01	True	5
Bedingung.2	f2*f2==0	Nein	74,3538	0,01	True	1

- Die Geometrie wird aktualisiert. Die Darstellung von Punkt.3 verläuft nach rechts.
- Die Koordinaten von Punkt.3 werden im Strukturbaum aktualisiert.

5. Bedingung.2 eine Wertigkeit zuordnen. Dazu 'Bedingung.2' in der Tabelle anklicken und in das Feld **Wertigkeit** den Wert 10 eingeben.
6. Die Schaltfläche **Optimierung ausführen** anklicken. Auf die Frage, ob 'Constraintswithweights.xls' überschrieben werden soll, 'Ja' anklicken.

Das Ergebnis wird auf der Registerkarte 'Bedingungen' angezeigt.

Name	Körper	Erfüllt	Abstand bis Erfüll...	Gena...	Aktivität	Werti...
Bedingung.1	f1*f1==0	Nein	54,9717	0,01	True	5
Bedingung.2	f2*f2==0	Nein	6,68596	0,01	True	10

Die Geometrie wird aktualisiert. Die Darstellung von Punkt.3 verläuft nach links.

Die Koordinaten von Punkt.3 werden im Strukturbaum aktualisiert.

7. Die Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnungen' anklicken. Die Ergebnisse werden in der Tabelle 'Sortierte Ergebnisse' sortiert (siehe Abbildung unten).

`Nb Evals`	Part1\Be...	Part1\Bezi...	`Part1\Geöf...	`Part1\Geöffneter Körper.1\Punkt.3\Z` (mm)
0	1	74	13	0
1	1	74	13	0
2	1	74	13	0
3	1	73	14	0
4	2	73	14	0
5	2	73	14	0
6	2	72	14	0
7	2	72	15	0
8	2	71	15	0
9	2	69	16	0
10	3	67	17	0
11	3	65	19	0
12	4	61	21	0
13	6	56	24	0
14	8	49	29	0
15	12	41	35	0
16	19	30	44	0
17	0	90	5	0
18	85	0	92	0
19	15	36	39	0
20	20	29	45	0

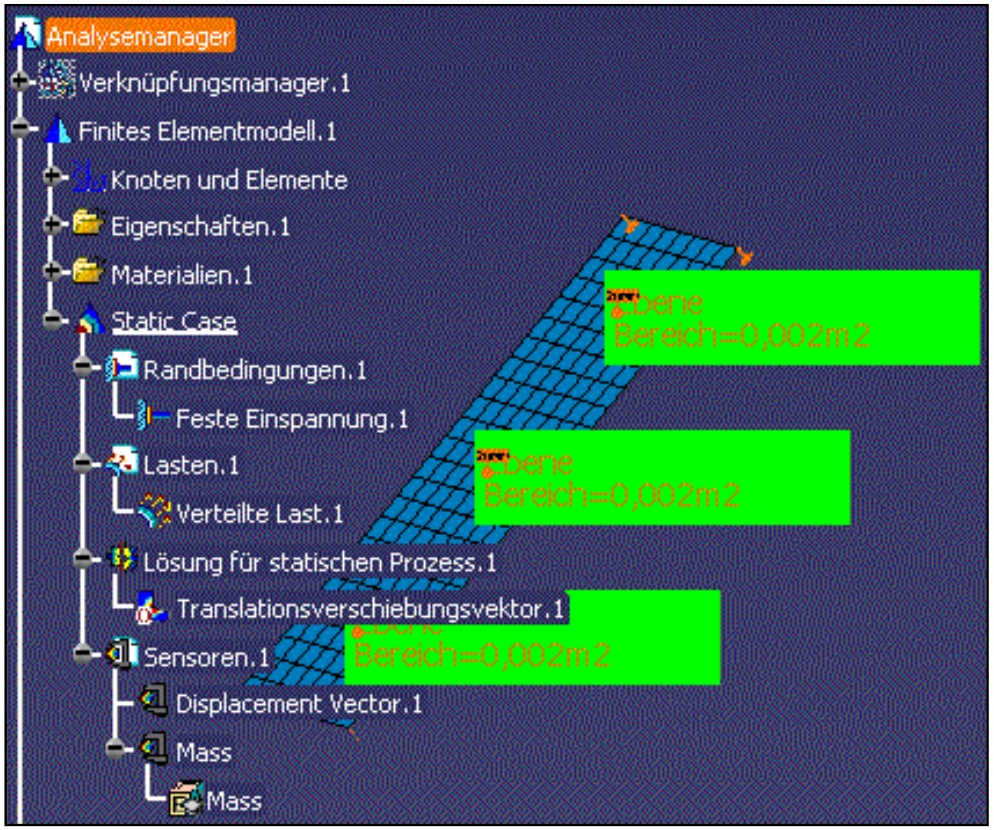
Der Benutzer kann:

- Werte auf Parameter anwenden.
- Die Parameter auswählen, die als Kurve dargestellt werden sollen.
- Kurven anzeigen.

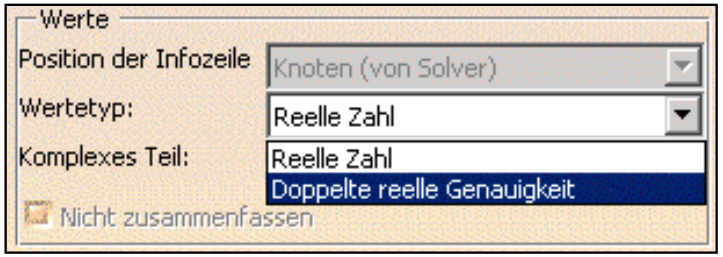
Dedizierten Algorithmus für die Bereitstellung von Derivaten verwenden

In dieser Übung wird beschrieben, wie der dedizierte Algorithmus für die Bereitstellung von Derivaten verwendet wird. Dieser Algorithmus kann nur in Verbindung mit Komponenten verwendet werden, die eigene Derivate, wie lokale Analysesensoren, bereitstellen.

- Im nachstehend beschriebenen Szenario soll die gesamte Blechtafeldicke ermittelt werden, damit die Blechtafelmasse minimiert werden kann. Außerdem soll die Blechtafeldicke eine Verschiebungsbedingung erfüllen. Beachten, dass die Blechtafel aus drei verschiedenen Platten besteht (Dicke = 2 mm). Die Platte ist an eine Wand geschraubt, und am gegenüberliegenden Extremwert wird eine verteilte Last beaufschlagt.
- Die Blechtafelmasse soll minimiert werden, indem die Blechdicke jeder Tafel geändert wird.
- Der Verschiebungsvektor jedes Vernetzungsknotens muss geringer als 0,2 mm sein.

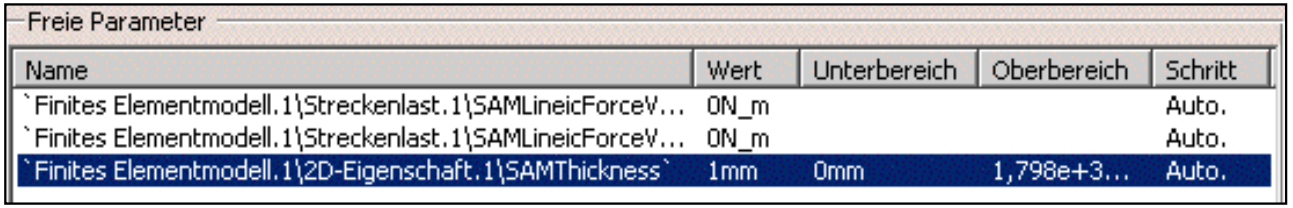


- Zur Verwendung des Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten sollte der Benutzer mit Objekten und Bedingungen vertraut sein, die eigene Derivate bereitstellen.
- Für die Durchführung dieses Szenarios wird der Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten verwendet. Weitere Einzelheiten hierzu enthält der Abschnitt Auszuführenden Algorithmus angeben.
- Für die Durchführung dieses Szenarios sollte der Benutzer mit lokalen und globalen Sensoren vertraut sein. Weitere Informationen zu diesen Sensoren enthält der Abschnitt *Lokale Sensoren erzeugen* im *Generative Structural Analysis Benutzerhandbuch*.
- Sicherstellen, dass die Optionen **Parameter anzeigen** und **Beziehungen anzeigen** auf der Registerkarte **Allgemein** der Kategorie **Tools -> Optionen -> Analyse und Simulation** aktiviert sind.
- Beim Erzeugen der Sensoren sicherstellen, dass im Fenster 'Lokaler Sensor' in der Blätterliste **Komplexes Teil** die Option **Doppelte reelle Genauigkeit** ausgewählt wurde.

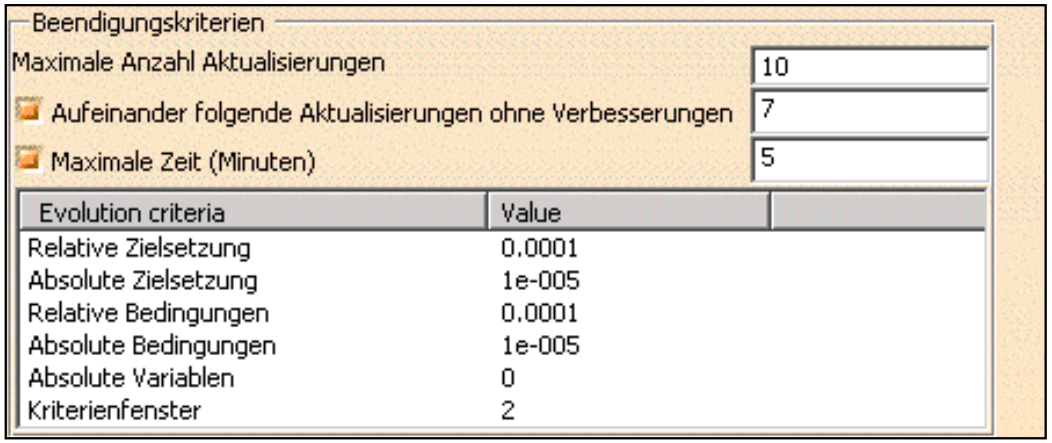


Registerkarte 'Problem'

- Den Parameter auswählen, der optimiert werden soll. Im nachstehend beschriebenen Szenario soll der Parameter 'Masse' des Sensors optimiert werden.
- Die freien Parameter auswählen und diesen Bereiche zuordnen. In diesem Szenario sollen die folgenden Parameter ausgewählt werden:



- In der Blätterliste 'Algorithmustyp' den Eintrag **Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten** auswählen.
- Die Beendigungskriterien auswählen:



Hinweis:

- Wenn eines der Beendigungskriterien auf 0 gesetzt wurde, wird es nicht berücksichtigt.
- Wenn das Kriterienfenster auf 0 gesetzt wurde, werden die Beendigungskriterien nicht berücksichtigt.
- Das Kriterienfenster sowie eines der anderen Entwicklungskriterien müssen einen Wert größer 0 aufweisen, um berücksichtigt zu werden.

Registerkarte 'Bedingungen'

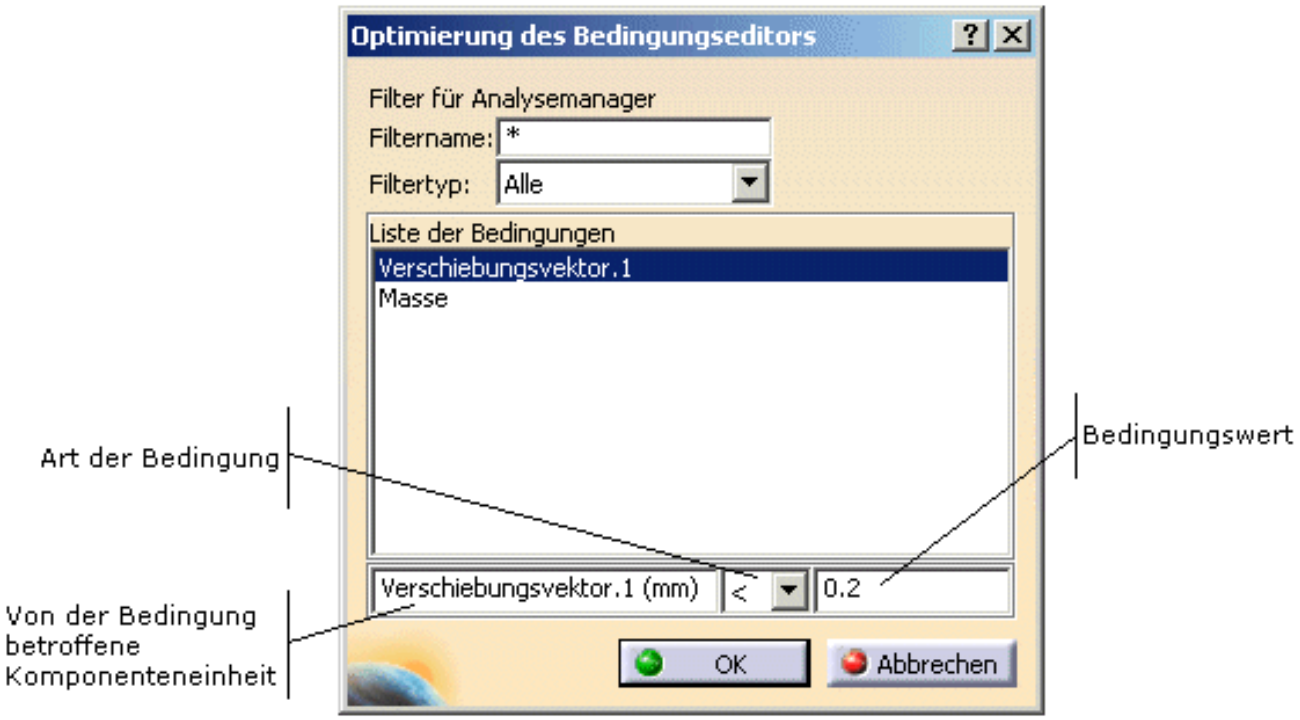
- Die Schaltfläche Neue Bedingung mit Derivaten anklicken. Das Fenster 'Optimierung des Bedingungseditors' wird angezeigt.
- Die gewünschte Bedingung auswählen. In diesem Szenario wird Verschiebungsvektor. 1 verwendet. Den unteren Bereich des Fensters zum Eingeben des Hauptteils der Bedingung verwenden (siehe nebenstehende Abbildung).
- Nach Abschluss **Optimierung ausführen** anklicken.

Den folgenden Hauptteil der Bedingung eingeben:

Cst==2 mm bedeutet:

Cst>2mm-E
Cst<2mm+
E

Wobei E die Genauigkeit ist (standardmäßig auf 1 festgelegt).



Weitere Informationen über Analysedaten, die in Verbindung mit der Anwendung **Product Engineering Optimization (PEO)** verwendet werden können, enthält der Abschnitt Integration in Product Engineering Optimization.

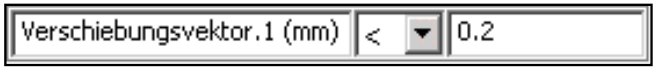
1. Die Datei KwoDedicatedAlgoforDerivativesProviders.CATAnalysis öffnen.
2. Vergewissern, dass die Sensoren aktualisiert wurden.
   - Im Menü **Start -> Analyse und Simulation** auf die Umgebung **Generative Structural Analysis** zugreifen.
   - Das Symbol **Berechnen** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Berechnen' wird angezeigt. **OK** anklicken.
   - Im Fenster 'Schätzung der Berechnungsressourcen' den Eintrag **Ja** anklicken: Die Sensoren werden aktualisiert.
3. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen.
4. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.

5. In der Liste 'Optimierungstyp' **Minimierung** auswählen.
6. Im Feld 'Optimierter Parameter' **Auswählen...** anklicken, und den Parameter **Masse** auswählen. **OK** anklicken.
7. Im Feld 'Freie Parameter' die Schaltfläche **Liste bearbeiten** anklicken und die folgenden Parameter auswählen:
   - Finite Element Model.1\2D Property.3\SAMThickness
   - Finite Element Model.1\2D Property.2\SAMThickness
   - Finite Element Model.1\2D Property.1\SAMThickness
8. Den freien Parameter 'Finite Element Model.1\2D Property.3\SAMThickness' auswählen und **Bereiche und Schritt bearbeiten** anklicken. Im Dialogfenster den unteren Bereich, 0,1, und den oberen Bereich, 30 mm, auswählen. Nach Abschluss **OK** anklicken.
9. Diesen Schritt für die Parameter 'Finite Element Model.1\2D Property.2\SAMThickness' und 'Finite Element Model.1\2D Property.1\SAMThickness' wiederholen.
10. Im Feld 'Algorithmustyp' **Algorithmus für die Bereitstellung von Bedingungen und Derivaten** auswählen.
11. Im Feld 'Beendigungskriterien' folgende Einstellungen vornehmen:
    - Maximale Anzahl Aktualisierungen: 10
    - Aufeinander folgende Aktualisierungen ohne Verbesserungen: 7
    - Maximale Zeit: 5
12. Die Entwicklungskriterien wie folgt festlegen:

Relative Zielsetzung	0.0001
Absolute Zielsetzung	1e-005
Relative Bedingungen	0.0001
Absolute Bedingungen	1e-005
Absolute Variablen	0
Kriterienfenster	2

13. Die Option **Optimierungsdaten sichern** aktivieren.

14. Auf der Registerkarte 'Bedingungen' die Schaltfläche **Neu (Derivatbereitstellung)** anklicken. Im Optimization Constraints Editor den folgenden Hauptteil der Bedingung eingeben, und anschließend **OK** anklicken.



15. **Optimierung ausführen** anklicken. Einen Namen für die XLS-Ausgabedatei eingeben und **Sichern** anklicken.

16. Die Registerkarte 'Ergebnisse der Berechnung' anklicken. Die sortierten Ergebnisse werden angezeigt. Die beste Ergebnismasse beträgt 0,265675157 (Bedingung: -3,27e-008).

17. Die entsprechende Zeile auswählen und **Kurven anzeigen...** anklicken. Die Kurven werden angezeigt. Die gelbe Linie zeigt die Massenkurven und die rote die Bedingung.

Bereiche von freien Parametern mit Hilfe von Beziehungen bewerten

In dieser Übung wird gezeigt, wie freie Parameter mit einer Beziehung bewertet werden. Im nachstehend beschriebenen Szenario soll der Mindestwert der Funktion fxy ermittelt werden. Dazu wie folgt vorgehen:

- Drei Parameter (x, y, fxy) erstellen, und der Funktion fxy eine Formel zuweisen.
- Eine Optimierung erstellen, und den Parametern x und y untere und obere Begrenzungen zuweisen.
- Zwei Prüfungen erstellen, die immer dann 'wahr' zurückgeben, wenn der Wert der freien Parameter die Begrenzungen erreicht.
- Eine Reaktion basierend auf den Prüfungen erstellen, die den Wert der unteren Begrenzung ändern, sobald eine der Prüfungen 'wahr' zurückgibt.

Zum Bewerten der freien Parameter mit Beziehungen wie folgt vorgehen:

- Eine Optimierung erstellen, die freie Parameter enthält.
- Den freien Parametern im Fenster 'Optimierung' Bereiche hinzufügen.
- Den Beziehungseditor öffnen und im Strukturbaum die Optimierung anklicken. Die freien Parameter werden im Editor angezeigt.
- Die freien Parameter anklicken, die bewertet werden sollen. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Für dieses Szenario wird der Knowledge Advisor benötigt.

1. Mit Hilfe des Befehls **Datei -> Neu...** ein Teil erzeugen.
2. Das Symbol **Formel** ( ) anklicken, um drei Parameter zu erstellen.
   - In der Blätterliste **Reelle Zahl** auswählen, und die Schaltfläche **Neuer Parameter des Typs** anklicken.
   - Im Feld **Name oder Wert des aktuellen Parameters** die Werte 'x' und '150' eingeben. **Anwenden** anklicken.
   - In der Blätterliste **Reelle Zahl** auswählen, und die Schaltfläche **Neuer Parameter des Typs** anklicken.
   - Im Feld **Name oder Wert des aktuellen Parameters** die Werte 'x' und '150' eingeben. **Anwenden** anklicken.
   - In der Blätterliste **Reelle Zahl** auswählen, und die Schaltfläche **Neuer Parameter des Typs** anklicken.
   - Im Feld **Name oder Wert des aktuellen Parameters bearbeiten** 'fxy' eingeben und die Schaltfläche **Formel hinzufügen** anklicken. Nun die folgende Formel eingeben und anschließend **OK** anklicken:

     ```
     fxy=(x-10)*(x-10) + (y-20)*(y-20) + 100
     ```

3. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen und das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.

4. Die folgenden Parameter eingeben und anschließend **OK** anklicken:

Optimierungstyp	Minimierung
Optimierter Parameter	fxy
Freie Parameter	x und y: Unterer Bereich: 100 Oberer Bereich: 200
Algorithmustyp	Algorithmus für Gradienten ohne Bedingung

5. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Knowledge Advisor** zugreifen.

6. Das Symbol **Prüfung** ( ) anklicken. Den Namen der Prüfung. 'Check_Inferior_Range', eingeben und **OK** anklicken. Der Prüfeditor wird geöffnet.

7. Den folgenden Hauptteil der Prüfung eingeben und anschließend **OK** anklicken:

```
`Relations\Optimizations.1\Optimization.1\Free Parameter.1\Inferior Range` == x oder `Relations\Optimizations.1\Optimization.1\Free Parameter.2\Inferior Range` == y
```

8. Das Symbol **Prüfung** ( ) anklicken. Den Namen der Prüfung, 'Check_Superior_Range', eingeben und **OK** anklicken. Der Prüfeditor wird geöffnet.

9. Den folgenden Hauptteil der Prüfung eingeben und anschließend **OK** anklicken:

```
`Relations\Optimizations.1\Optimization.1\Free Parameter.1\Superior Range` == x oder `Relations\Optimizations.1\Optimization.1\Free Parameter.2\Superior Range` == y
```

10. Das Symbol **Reaktion** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Reaktion' wird angezeigt:

    - Im Feld 'Quellentyp' den Eintrag **Auswahl** auswählen und dann im Strukturbaum die Prüfung 'Check_Inferior_Range' anklicken. Im Fenster 'Quelle auswählen' **Ergebnis** auswählen und **OK** anklicken.
    - In der Liste 'Verfügbare Ereignisse' **ValueChange** auswählen.
    - Die Schaltfläche **Aktion bearbeiten...** anklicken. Der Aktionseditor wird angezeigt. Den folgenden Hauptteil der Aktion eingeben und anschließend zwei Mal **OK** anklicken:

      ```
      `Relations\Optimizations.1\Optimization.1\Free Parameter.1\Inferior Range` = x - x/2
      ```

    - Mit der rechten Maustaste im Strukturbaum auf die Reaktion klicken und diese mit dem Befehl **Eigenschaften** in 'Inferior_Range_Reaction' umbenennen.

11. Das Symbol **Reaktion** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Reaktion' wird angezeigt:

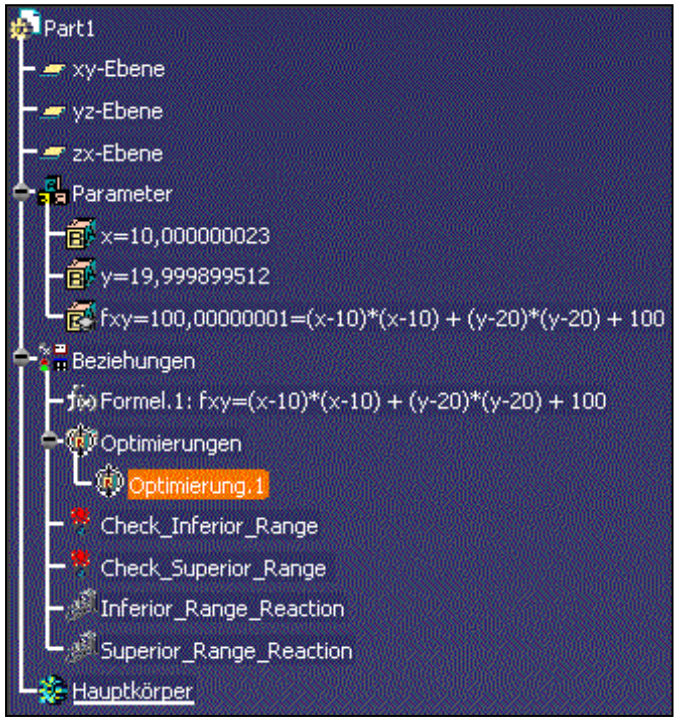
    - Im Feld 'Quellentyp' den Eintrag **Auswahl** auswählen und die Prüfung 'Check_Inferior_Range' anklicken. Im Fenster 'Quelle auswählen' **Ergebnis** auswählen und **OK** anklicken.

- In der Liste 'Verfügbare Ereignisse' **ValueChange** auswählen.
- Die Schaltfläche **Aktion bearbeiten...** anklicken. Der Aktionseditor wird angezeigt. Den folgenden Hauptteil der Aktion eingeben und anschließend zwei Mal **OK** anklicken:

```
`Relations\Optimizations.1\Optimization.1\Free Parameter.2\Inferior Range` = x - x/2
```

- Mit der rechten Maustaste im Strukturbaum auf die Reaktion klicken und diese mit dem Befehl **Eigenschaften** in 'Superior_Range_Reaction' umbenennen.

12. Zwei Mal auf 'Optimization.1' klicken und bis x=10 die Schaltfläche **Optimierung ausführen** anklicken.



Beachten, dass sich der Wert des unteren Bereichs (unterer Bereich = =x-x/2) jedes Mal ändert, wenn die Optimierung durchgeführt wird. Für den Zugriff auf die Beispielergebnisdatei hier klicken.

Beachten, dass die Bereichsbewertung beim Ausführen des Algorithmus nicht berücksichtigt wird. Bereiche werden zu Beginn jeder Ausführung berücksichtigt.

Optimierungen: Methodik

Bereiche und Schritte anwenden

- Es empfiehlt sich IMMER, Bereiche für freie Parameter anzuwenden (vor allem für simuliertes Ausglühen). Dadurch wird verhindert, dass die Geometrie ungeeignete Konfigurationen annimmt, wenn die freien Parameter einen zu hohen Wert haben.
- Ein zu großer Schritt ist nutzlos, aber ein zu kleiner Schritt kann eine schnelle Konvergenz zu einer Lösung verhindern. Bei Unsicherheit keinen Schritt, sondern Bereiche zuordnen.
- Schritte sind lediglich von den Algorithmen verwendete indikative Startwerte: Für eine Annäherung an optimale Werte müssen sowohl der Algorithmus für Gradienten als auch der Algorithmus für simuliertes Ausglühen die Schritte zwischen den aufeinander folgenden Versuchen reduzieren. Solange die Suche in derselben Richtung einen Fortschritt aufweist (lokales Optimum nicht festgestellt) wird der Schritt vergrößert, um die Lokalisierung des lokalen (und globalen) Optimums zu beschleunigen. Sobald ein Optimum gefunden wurde, verhalten sich Algorithmus für Gradienten und Algorithmus für simuliertes Ausglühen nicht mehr gleich: Der Algorithmus für Gradienten verkleinert seinen Schritt, um eine Konvergenz innerhalb dieses Optimums zu erreichen. Beim Algorithmus für simuliertes Ausglühen ändert sich der Schritt in Abhängigkeit des bisherigen Verlaufs der Suche gemäß einem komplexen Gesetz.
  Zu beachten ist, dass der Schritt in keinem Fall konstant bleibt.

Parameter als freie Parameter erzeugen und verwenden

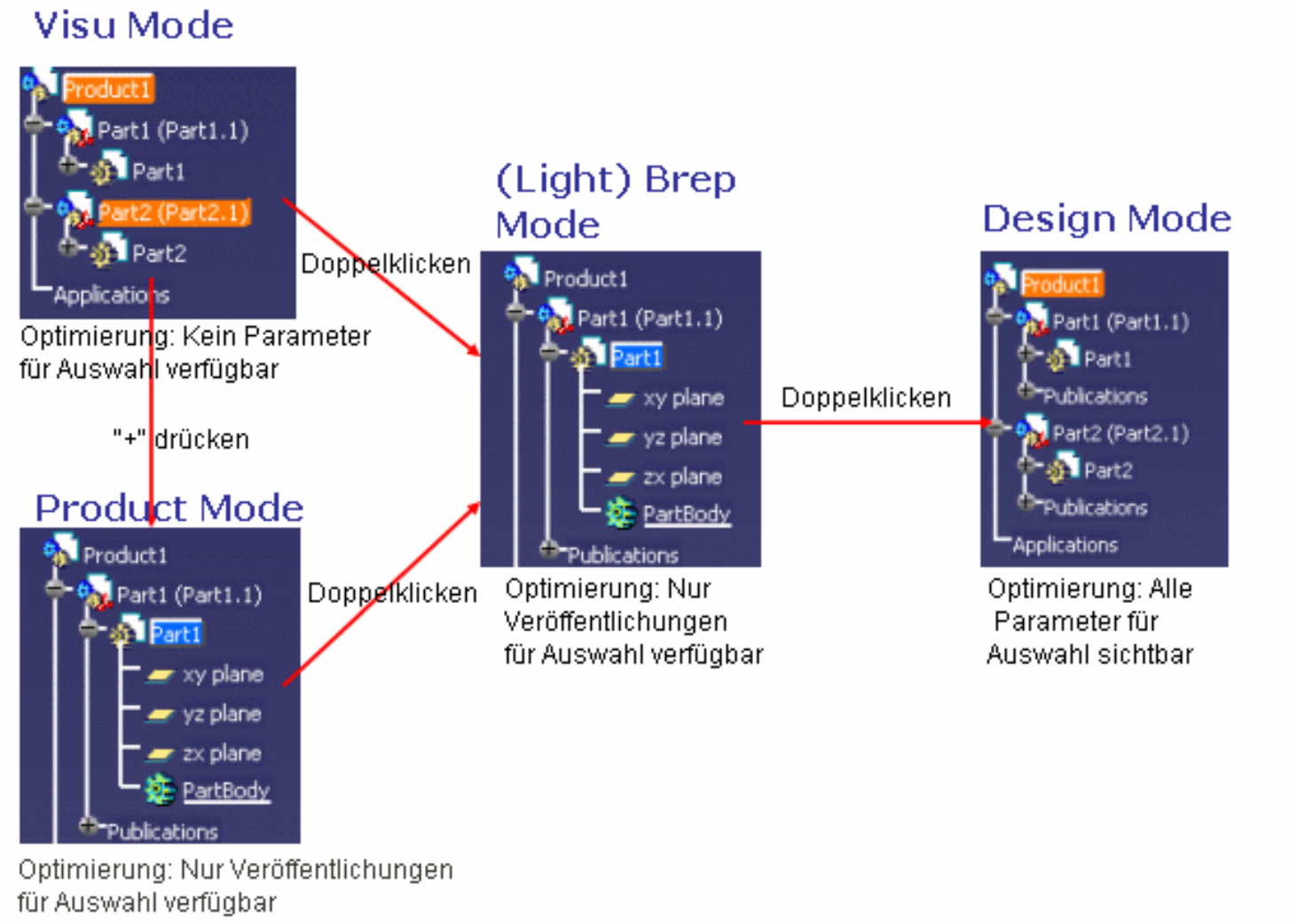
Da bei der Arbeit mit einer Optimierung keine externen Referenzen erzeugt werden können, kann Folgendes ausgewählt werden:

- Die oberhalb der Optimierung befindlichen Parameter: das eigentliche Teil, Produkt, Produkt von Teil, der Analysemanager.
- Die unterhalb eines jeden Kindes von lokalen literalen Eltern befindlichen Parameter. Nur wenn diese Parameter geladen sind.

Hinweis:

- Wenn im Strukturbaum ein Knoten ausgewählt wurde, werden die von dem ausgewählten Knoten veröffentlichten Parameter nur dann angezeigt, wenn sie zu den vorstehend genannten Parametern gehören.
- Auch wenn die Optimierung auf einer hohen Ebene stattfindet, ist die Auswahl der Parameter von der Tatsache bedingt, dass sich die Teile im Entwurfsmodus befinden müssen, wenn unterhalb eines Teils befindliche Parameter ausgewählt werden sollen.

Abhängig vom Lademodus in CATIA können Parameter gewählt werden oder nicht (siehe nachstehende Grafik).



Algorithmen und objektive Funktion

- Im Allgemeinen ist die Form der objektiven Funktion unbekannt. Es ist daher besser, mit dem simulierten Ausglühen zu beginnen und die Ergebnisse mit einem Gradientenabstieg einzugrenzen. Dieses Verfahren ist zwar langsamer, kann aber auf eine größere Anzahl Funktionen angewendet werden.
- Wenn die Eigenschaften der Kurve bekannt sind (fortlaufend, an jedem Punkt differenzierbar und mit einem einzigen Optimum), kann der Gradient ohne weitere Vorbereitungen verwendet werden. Er läuft in der Regel schneller ab als der Algorithmus für simuliertes Ausglühen (Simulated Annealing - SA).
- Wenn die Optimierung erneut gestartet werden muss, weil das erste Ergebnis nicht zufriedenstellend ist, müssen die Bereiche an den freien Parametern und/oder die Schritte reduziert werden.

Algorithmen verwenden

- Die Näherung einer Lösung mit dem simulierten Ausglühen kann durch Verringerung der Stoppbedingung für aufeinanderfolgende ungültige Prüfungen auf 15 oder 20 erreicht werden. Dadurch erhöht sich jedoch das Risiko einer vorzeitigen Konvergenz zur lokalen Optimierung, vor allem, wenn der optimierte Fehler mehrere freie Parameter enthält.
- Für beide Algorithmen können die gelieferten endgültigen Ergebnisse durch Entfernen einer oder mehrerer Variablen und durch erneutes Starten der Optimierung eingegrenzt werden.

Bedingungserfüllungsfunktion verwenden

In diesem Handbuch werden die folgenden Tasks beschrieben:

Bedingungserfüllungsfunktion verwenden: Das Symbol **Bedingungserfüllung** auswählen, um ein Bedingungsset mit Hilfe von Operationen, Funktionen und Messungen aufzulösen.

Einführung in den Bedingungserfüllungseditor
Bedingungserfüllungsoption verwenden
Gemessene Parameter in einer Berechnung der Bedingungserfüllung verwenden
Bedingungserfüllung: Methode

Einführung in den Bedingungserfüllungseditor

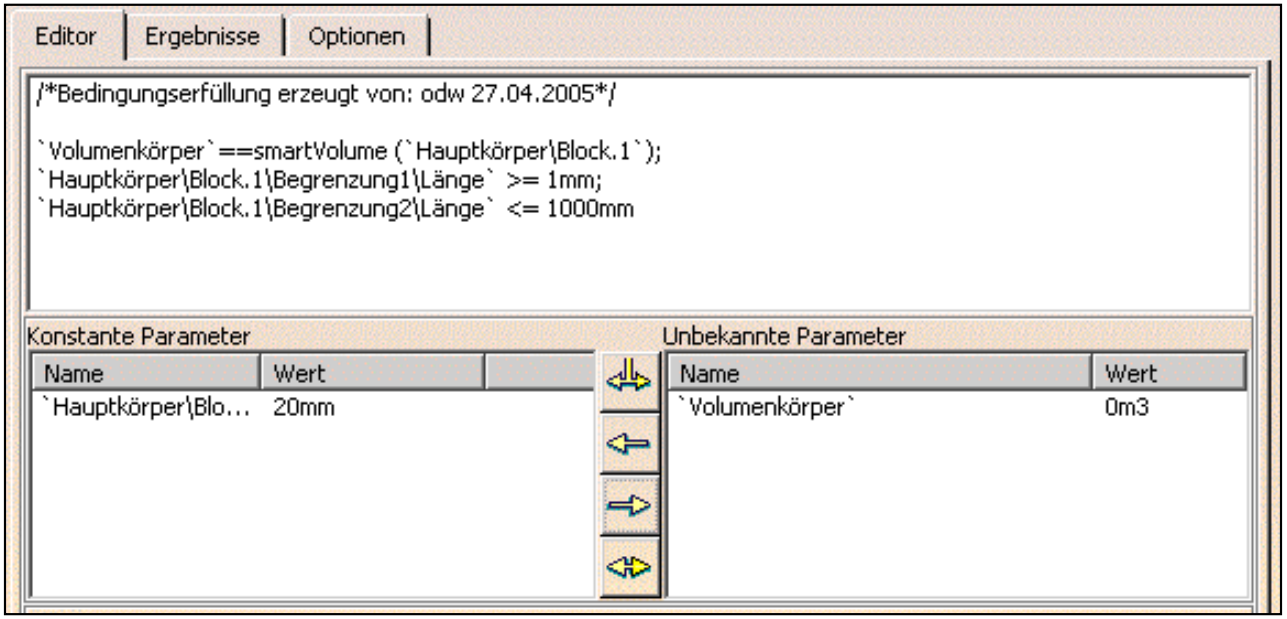
Das Dialogfenster wird angezeigt, wenn das Symbol **Bedingungserfüllung** ( ) angeklickt wird. Dieses Fenster enthält drei Registerkarten.

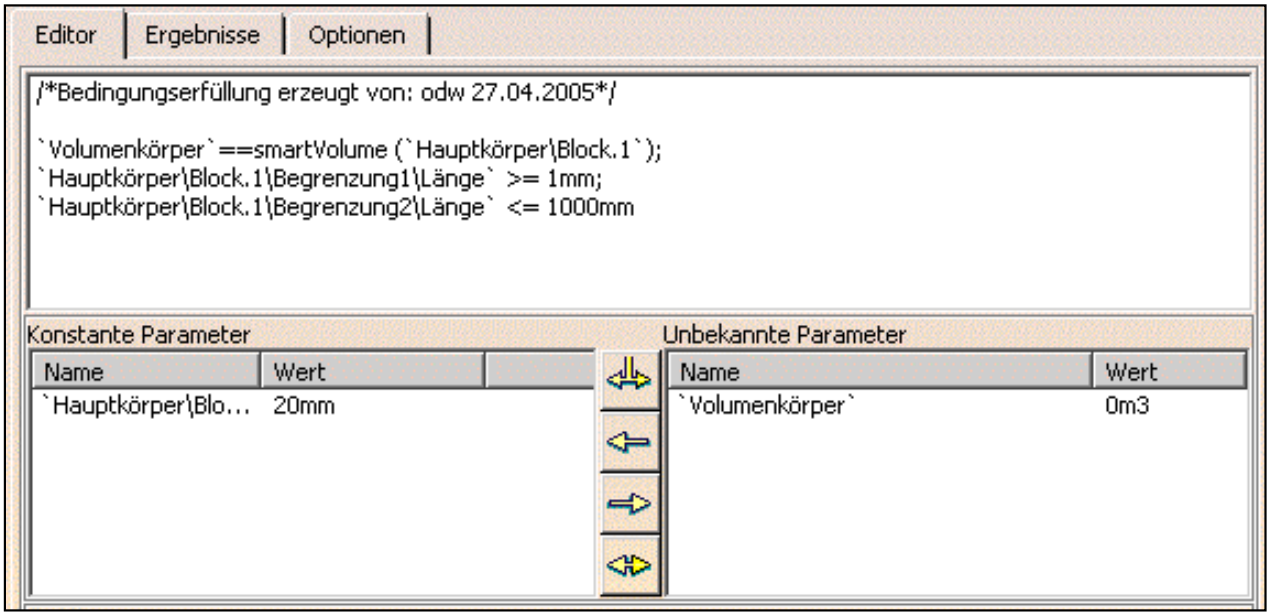
- Registerkarte 'Editoren'
- Registerkarte 'Ergebnisse'
- Registerkarte 'Optionen'

Registerkarte 'Editoren'

Der Editor enthält drei Hauptfelder:

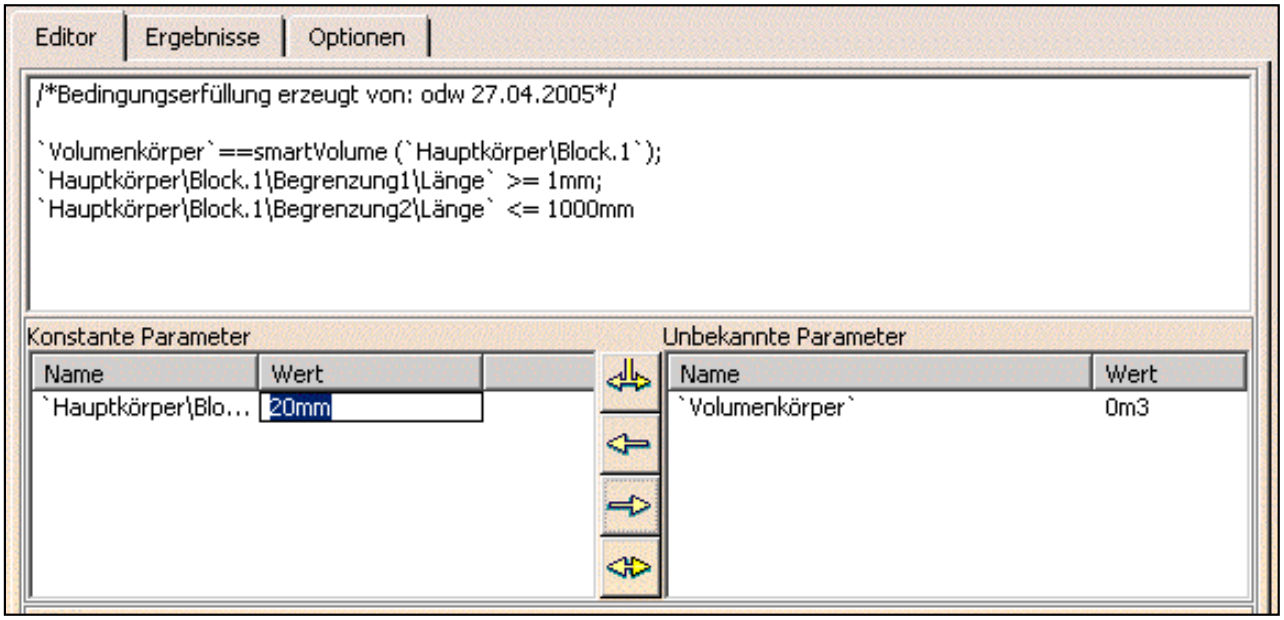
- Die Bedingungen eines Körpers, d. h. deren Darstellungen im Text
- Die Eingaben und Ausgaben der Bedingungen
- Ein Datenverzeichnis der Parameter und Funktionen





- Konstante Parameter: Die Werte konstanter Parameter werden vom Benutzer festgelegt. Sie werden vom Solver als Konstanten behandelt. Dieser Wert kann durch zweimaliges (langsames) Anklicken der Zelle 'Wert' direkt in der Spalte 'Wert' geändert werden.
- Unbekannte Parameter: Der Wert eines unbekannten Parameters wird berechnet, sobald die Schaltfläche **Auflösen** angeklickt wird.

Beachten, dass der Wert des konstanten Parameters durch Anklicken des Wertes im Wertfeld bearbeitet werden kann (siehe nebenstehende Abbildung).

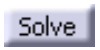


Der Pfeil für die Syntaxanalyse wird zum Identifizieren von Variablen des Bedingungssets verwendet. Dieser Pfeil muss vor der Auswahl von Eingabe- und Ausgabevariablen betätigt werden.

Der Linkspfeil dient zum Verschieben von Variablen von der Kategorie 'Unbekannte Parameter' in die Kategorie 'Konstante Parameter'.

Mit dem Rechtspfeil werden Variablen von der Kategorie 'Konstante Parameter' in die Kategorie 'Unbekannte Parameter' verschoben.

Mit dem Pfeil zum Umschalten der Ein-/Ausgabe werden die ausgewählten konstanten und unbekannten Parameter miteinander vertauscht.

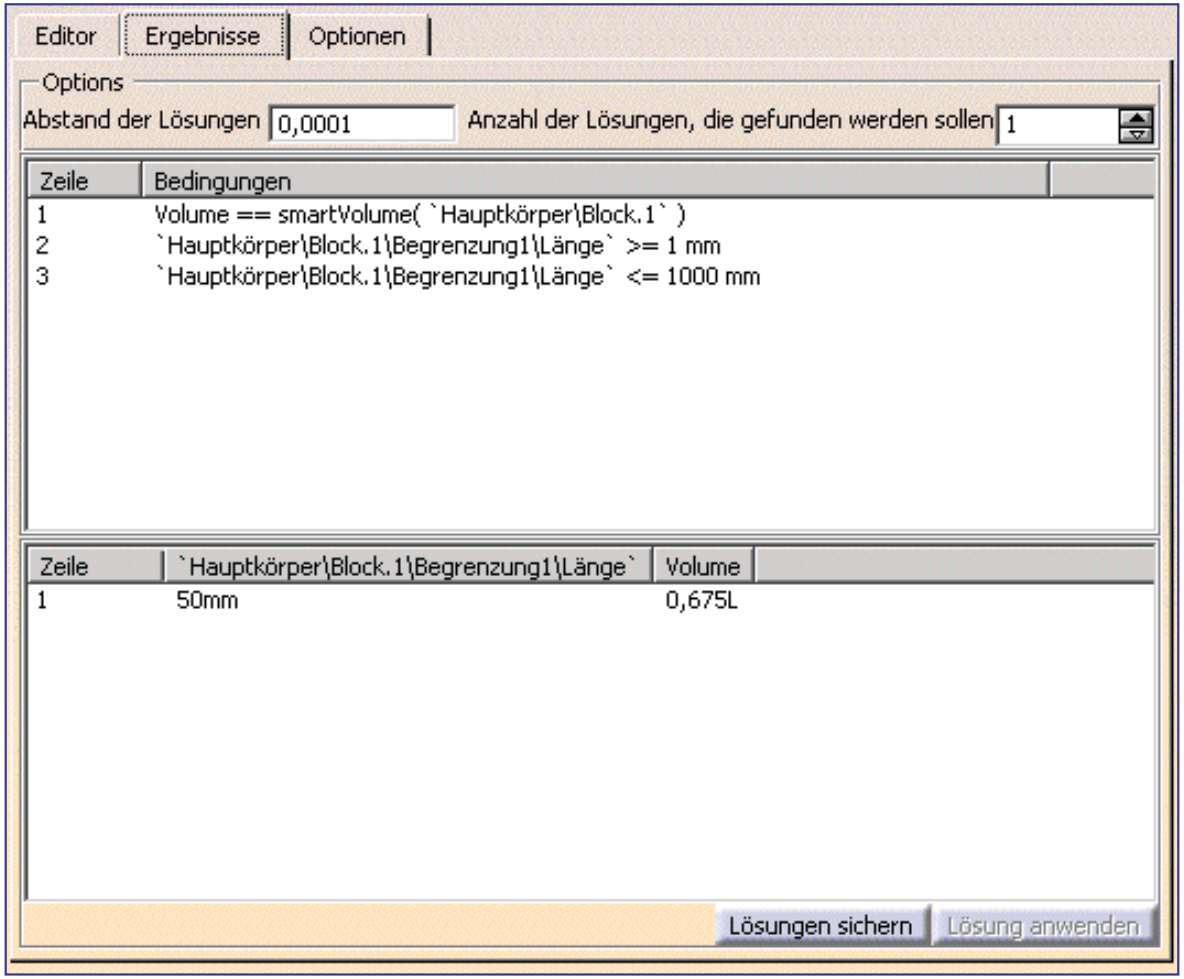


Die Schaltfläche **Auflösen** anklicken, um die Berechnung zu starten.

Die Schalfläche **Anwenden** anklicken, um die Aktualisierung des Modells zu starten.

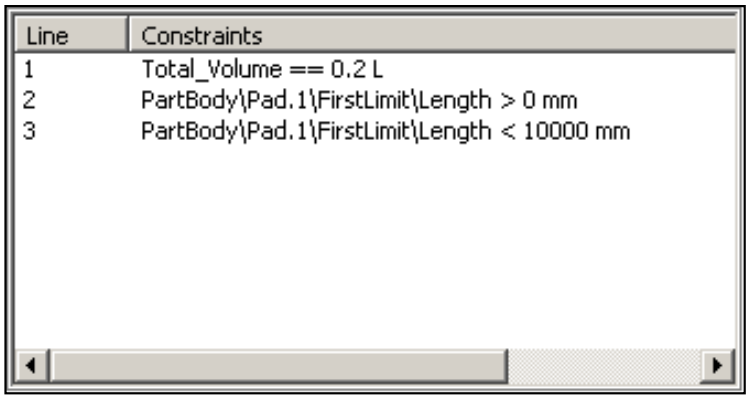
Registerkarte 'Ergebnisse'

Beachten, dass nun mehr als eine Lösung für ein einziges Problem gefunden werden kann. Weitere Informationen enthält der Abschnitt Gemessene Parameter in einer Berechnung der Bedingungserfüllung verwenden.

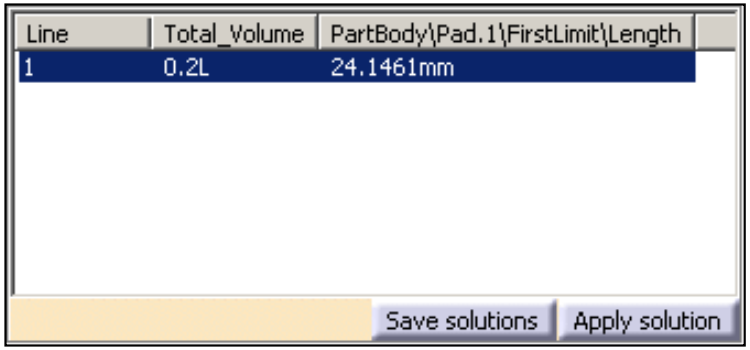


Abstand der Lösungen: Abstand zwischen den zu findenden Lösungen eingeben.

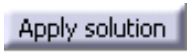
Anzahl der Lösungen, die gefunden werden sollen: Anzahl der Lösungen eingeben, die gefunden werden sollen.



In diesem Feld wird jede Bedingungskennung im Körper angezeigt.



In diesem Feld werden die bei der Berechnung berücksichtigten Parameter und die gefundene Lösung angezeigt.

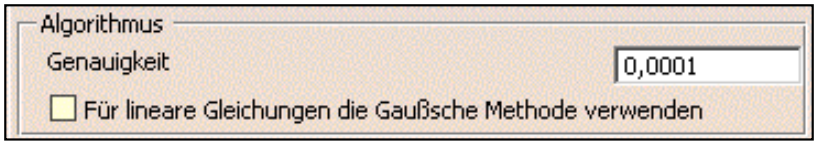


Eine der Lösungen auswählen, und die Schaltfläche **Lösung anwenden** anklicken. Die Lösung wird automatisch auf die Geometrie angewendet. Die Parameter werden entsprechend den Wertvorgaben der Parameter der Lösung berechnet.

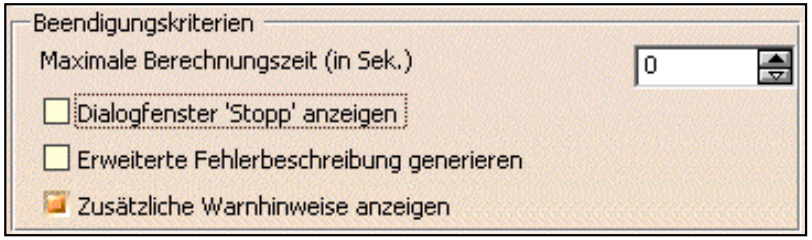
Diese Schaltfläche anklicken, wenn das Ergebnis der Berechnung gesichert werden soll. Beachten, dass das Ergebnis der Berechnung entweder im txt- oder im xls-Format gesichert werden kann.

Registerkarte 'Optionen'

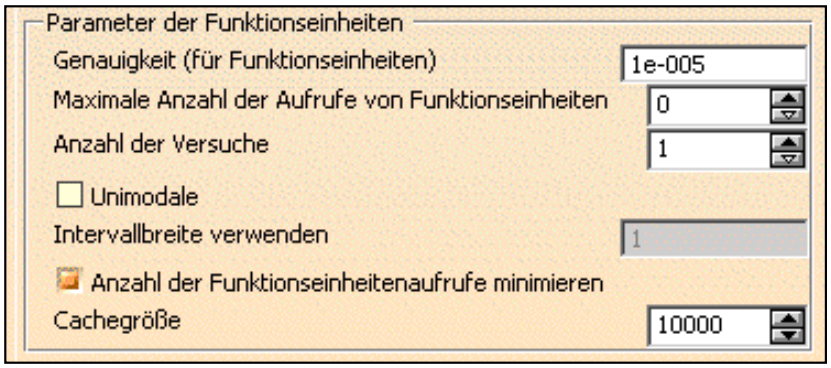
'Funktionseinheit' bezieht sich auf eine Messungsfunktion. So ist smartVolume beispielsweise eine Funktion zur Berechnung des Volumens eines Körpers.



- **Für lineare Gleichungen die Gaußsche Methode verwenden**: Beschleunigt die Auflösungsoperation beim Arbeiten mit linearen Gleichungen.



- **Erweiterte Fehlerbeschreibung generieren**: Hiermit können detaillierte Informationen über ggf. auftretende Fehler angezeigt werden.



Algorithmus

- **Genauigkeit**: Ermöglicht es dem Benutzer, die Genauigkeit der Ergebnisse zu definieren (d. h. die Anzahl der Dezimalziffern nach dem Dezimalzeichen). Diese Genauigkeit wird zum Vergleichen von zwei Zahlen verwendet. Diese Option definiert, ob die Zahlen gleich sind oder nicht. Wenn Einheiten betroffen sind, wird der Vergleich auf Grundlage des MKS-Werts des Parameters durchgeführt.

  Beachten: Wenn die Genauigkeit auf 0 festgelegt wird, wird die Genauigkeit auf 1e-10 festgelegt. Die Funktionseinheit 'Genauigkeit' wird auf 1e-11 festgelegt. Dies kann dazu führen, dass die Berechnung dieses Gleichungssets viel Zeit in Anspruch nimmt.

Beendigungskriterien

- **Maximale Berechnungszeit (in Sek.)**: Ermöglicht dem Benutzer die Angabe der Berechnungszeit. Wenn die angegebene Zeit 0 ist, dauert die Berechnung so lange, bis eine Lösung gefunden wurde.
- **Dialogfenster 'Stopp' anzeigen**: Wenn diese Option ausgewählt ist, wird das Dialogfenster "Stopp" angezeigt, über das die Berechnung unterbrochen werden kann.

Algorithmus für Funktionseinheiten: Es kann zwischen 2 Algorithmen gewählt werden. Wenn das Problem sich wie quadratische Funktionen verhält, den Algorithmus für **Quadratische Näherung** auswählen.

Parameter für Funktionseinheiten

- **Genauigkeit (für Funktionseinheiten)**: Eine reelle Zahl aus dem Intervall [1e- 10, 0,1]. Diese Zahl beeinflusst die Genauigkeit der gefundenen Lösung.
- **Maximale Anzahl der Aufrufe für die Funktionseinheit**: Diese Option ermöglicht es, die Anzahl der Messungsberechnungen zu begrenzen. (Äquivalent zu einem Zeitlimit.)
- **Anzahl der Versuche**: Diese Option wird nur für Bedingungssets mit mehr als einer Variablen verwendet. Diese Option ändert die Anzahl der vom Solver verwendeten Startpunkte. Bei einem zweidimensionalen Problem wird beispielsweise die folgende Anzahl Aufrufe ausgeführt:
  Anzahl der Versuche: 1-->3 Startpunkte
  Anzahl der Versuche: 2-->9 Startpunkte
  Anzahl der Versuche: 3-->27 Startpunkte
- **Unimodales Intervall verwenden** : Diese Option ermöglicht es, eine bestimmte Information zum unimodalen Intervall zu verwenden.

- **Unimodale Intervallbreite verwenden**: Dieser Parameter legt die minimale Breite des Unimodalitätsintervalls für Messungen fest. Bei linearen, quadratischen und ggf. monotonen Messungen kann dieser Wert auf 1e 19 gesetzt werden. Im Allgemeinen gilt, je größer dieser Wert ist, desto schneller findet der Solver die Lösungen. Wenn der Benutzer jedoch nicht sicher über die Monotonizität des Problems ist, sollte diese Option nicht verwendet werden.
- **Cachegröße**: Diese Option ermöglicht es, die Größe der internen Funktionseinheiten zu wählen. Dieser Wert sollte nur dann herabgesetzt werden, wenn ungenügend Speicher vorhanden ist. Wenn genügend Speicher vorhanden ist, empfiehlt es sich, diesen Wert zu erhöht, um die Berechnungszeit zu verkürzen.
- **Die Anzahl der Funktionseinheitenaufrufe minimieren**: Wenn aktiviert:
  - Ermöglicht das Minimieren der Anzahl der Auswertungen von Funktionseinheiten.
  - Werden mehrere Lösungen benötigt, kann der Umstand, dass die gefundenen Lösungen nahe beieinander liegen, nicht garantiert werden.

In beiden Fällen (Option aktiviert oder nicht) werden Lösungen gefunden.

Fehlernachrichten und Warnungen

Fenster mit Informationen zu Messungen, die unbekannte Parameter nicht erkennen (nebenstehende Grafik anklicken, um sie zu vergrößern). Dieses Dialogfenster wird angezeigt, wenn eine Messung eine Veränderung eines unbekannten Parameters nicht erkennt. Dies tritt in der Regel in den folgenden Fällen auf:

- Die Messung ist tatsächlich von den unbekannten Variablen unabhängig. (Wenn das der Fall ist, sollte diese Messung durch eine Konstante ersetzt werden, da dies die Berechnung beschleunigt.)
- Die Funktionseinheitengenauigkeit ist zu niedrig: Die Messungen erkennen eine leichte Veränderung der unbekannten Variablen nicht. Die Option für die Funktionseinheitengenauigkeit kann erhöht werden.

Bedingungserfüllungsfunktion verwenden

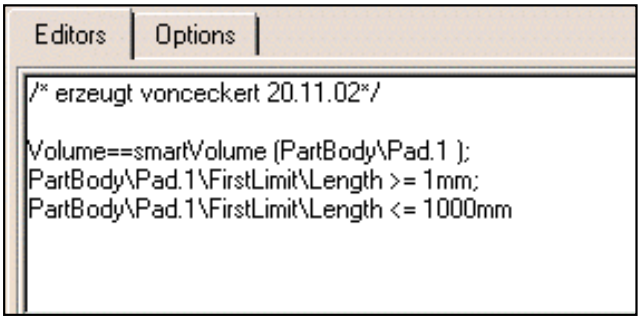
In dieser Übung wird erläutert, wie ein Bedingungsset mit Hilfe von Operatoren, Funktionen und Messungen aufgelöst wird. Dieses Szenario kann von jedem Dokument aus ausgeführt werden.

- Die Syntax dieser Funktion ist mit der von Gleichungssets identisch.
- Zu beachten ist, dass für die Bedingungserfüllungsfunktionen das Produkt PEO erforderlich ist.

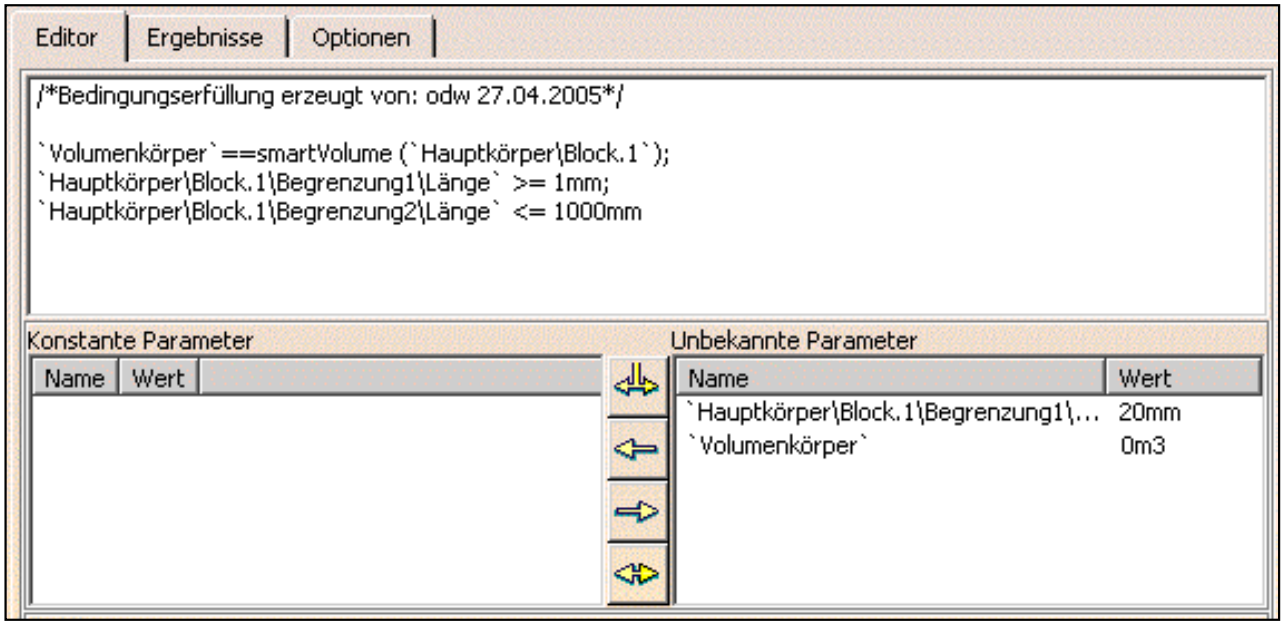
1. Einen Block mit einer rechteckigen Grundfläche erzeugen.
2. Den Formeleditor zum Erzeugen des Parameters **Volumenkörper** verwenden.
3. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen.
4. Das Symbol **Bedingungserfüllung** ( ) anklicken. Im ersten Dialogfenster, das angezeigt wird, den Namen der Beziehung und einen Kommentar (optional) eingeben. **OK** anklicken.
5. Im Bearbeitungsfenster unten das Gleichungsset eingeben:

```
Volume==smartVolume (PartBody\Pad.1 );
PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length >= 1mm;
PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length <= 1000mm
```

Der Editor sieht nun ungefähr wie folgt aus:



6. Den Pfeil **Syntaxanalyse** ( ) anklicken. In diesem Schritt identifiziert der Editor die Variablen des Bedingungssets und ordnet sie unter 'unbekannte Parameter' ein.



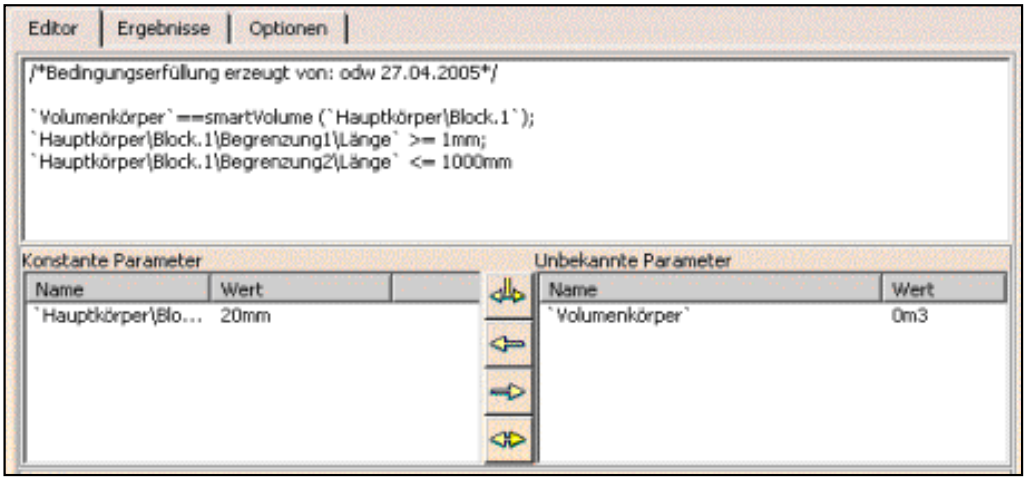
- Vor dem Auflösen sind die Parameter, die als Eingabe (Konstante) gewertet, sowie die Parameter, die vom Solver als Variablen behandelt werden, auszuwählen.
- Für die Eingabeparameter ist die Definition der gewünschten Werte erforderlich.

7. Den Parameter 'Volumenkörper' auswählen und mit dem Pfeil den Parameter in die Spalte 'Konstante Parameter' verschieben.
8. Den Wert des Parameters 'Volumenkörper' ändern. Dazu zweimal (langsam) in die Zelle 'Wert' klicken und den Wert auf 0.003 M^3 setzen. **Auflösen** anklicken. Nun wird eine Nachricht angezeigt, die besagt, dass die Auflösung erfolgreich durchgeführt wurde.

Die Blockhöhe wird vom Bedingungserfüllungssolver an das jeweilige Volumen (0.003 M3) angepasst.

9. Dieser Prozess kann auch umgekehrt werden: Die Eingabeparameter können mit dem Pfeil zum Umschalten der Ein-/Ausgabe ( ) zu Ausgaben übertragen werden und umgekehrt.

Nun kann der Wert der Blockhöhe geändert und das Volumen als Ergebnis abgerufen werden.



Eine Bedingungserfüllungsfunktion ist keine herkömmliche Beziehungsfunktion (wie Regeln, Prüfungen und Formeln). Es ist eine asynchrone Funktion (wie die Optimierung). Obwohl Eingabe- und Ausgabeparameter definiert sind, löst das Ändern einer Eingabe außerhalb des Bedingungserfüllungseditors den Auflösungsprozess nicht aus.
Wie Gleichungssets und im Gegensatz zur Optimierung setzt die Bedingungserfüllung die Warnung "Unresolved System" (Unaufgelöstes System) ab, wenn der Solver nicht alle Gleichungen und Ungleichungen erfüllen kann.

Wenn ein Bedingungsset nicht erfüllt werden kann, können die Gleichheitsbedingungen mit Hilfe einer doppelten Ungleichheit gelockert werden.

```
Volume+epsilon<=smartVolume (PartBody\Pad.1 );
Volume-epsilon>=smartVolume (PartBody\Pad.1 );
PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length >= 1mm;
PartBody\Pad.1\FirstLimit\Length <= 1000mm;
```

Den Bedingungserfüllungseditor verwenden

Gemessene Parameter in einer Berechnung der Bedingungserfüllung verwenden

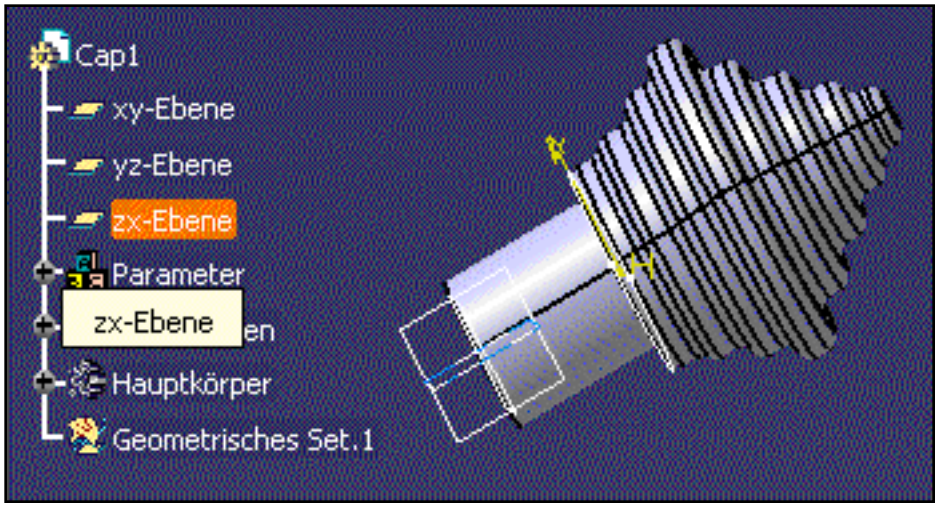
In dieser Übung wird beschrieben, wie durch eine Formel im Bedingungserfüllungseditor ausgewertete Parameter verwendet werden. In dem im Folgenden beschriebenen Szenario soll die Länge eines Blocks (Teil eines Flaschenverschlusses) berechnet werden, um ein vorgegebenes Volumen zu erreichen.

- Die Bedingungserfüllungsfunktion bezieht durch eine Formel ausgewertete Knowledgeware-Parameter mit ein. Zum Einbeziehen der Formel wie folgt vorgehen:
  - Auf den Formeleditor zugreifen und eine Wissensformel eingeben, beispielsweise Volume.1 = smartVolume(Pad.1).
  - Das Fenster 'Optimierung des Bedingungseditors' (Optimization Constraints Editor) öffnen, und die folgende Bedingungsformel eingeben:

```
Volume.1 == 1L;
Pad.1\Height > 0mm;
Pad.1\Height < 10000mm
```

- Es kann jetzt mehr als eine Lösung für ein Problem gefunden werden (vgl. Schritt 9).

1. Die Datei KwoCap.CATPart öffnen. Das folgende Bild wird angezeigt.



2. Einen Parameter erstellen, der das Volumen des Verschlusses berechnet.

   - Das Symbol **Formel** ( ) anklicken.
   - Die Volumenparameter in der Blätterliste auswählen, und die Schaltfläche **Neuer Parameter des Typs** anklicken.
   - Im Feld **Name oder Wert des aktuellen Parameters bearbeiten** den Namen des Volumenparameters bearbeiten: Cap_Volume in diesem Szenario.
   - Die Schaltfläche **Formel hinzufügen** anklicken und die folgende Formel eingeben:

     ```
     Cap_Volume = Volume_Pad1 + Volume_Pad2 +
     Volume_Pad3 + Volume_Pad4 + Volume_Pad5 +
     Volume_Pad6 + Volume_Pad7 + Volume_Pad8 +
     Volume_Pad9
     ```

   - Zum Auswerten zweimal **OK** anklicken.

3. Über das Menü **Start -> Knowledgeware** auf die Umgebung **Product Engineering Optimizer** zugreifen.

4. Das Symbol **Bedingungserfüllung** ( ) anklicken. Im angezeigten Fenster **OK** anklicken. Das Fenster ConstraintSatisfaction.1 wird angezeigt.

5. Im Editor die folgende Formel eingeben:

   ```
   Cap_Volume == 0.2L;
   PartBody\ Pad.1\FirstLimit\Length > 2mm;
   PartBody\ Pad.1\FirstLimit\Length < 100mm;
   PartBody\Pad.2\FirstLimit\Length > 2mm;
   PartBody\Pad.2\FirstLimit\Length < 50mm
   ```

6. Den Pfeil **Syntaxanalyse** ( ) anklicken. Weitere Informationen zur Schnittstelle enthält der Abschnitt Einführung in den Bedingungserfüllungseditor.

7. Die Registerkarte 'Ergebnisse' anklicken. Im Feld 'Anzahl der Lösungen, die gefunden werden sollen' 4 eingeben.

8. Die Schaltfläche **Auflösen** anklicken. **OK** anklicken, wenn die erfolgreiche Auflösung gemeldet wird.

9. Zeile 3 im unteren Teil des Editors auswählen, und die Schaltfläche **Lösung anwenden** anklicken. Die Lösung wird den Parametern zugewiesen.

10. **Anwenden** anklicken: Das Modell wird aktualisiert. Zum Verlassen des Bedingungserfüllungseditors **OK** anklicken. Auf die Frage, ob das Protokoll gesichert werden soll, **Nein** anklicken.

Bedingungserfüllung: Methodik

Bedingungen

Bedingungen sollten mit Werten derselben Größenordnung wie die objektive Funktion angewendet werden. Dadurch wird verhindert, dass eine Bedingung durch den Optimierungsprozess überbewertet wird.

Genauigkeit und Abstand der Lösungen in der Bedingungserfüllung verwenden

Die Option 'Abstand der Lösungen', die in Bedingungserfüllungsergebnissen verwendet wird, ist nur und nur dann von Bedeutung, wenn mindestens zwei Lösungen gesucht werden.

Diese Option stellt sicher, dass der Abstand (Max_i (xi-yi)) zwischen den beiden Lösungen nicht geringer als der von der Option angegebene Wert ist.

Im Falle von mehr als zwei Lösungen ist der berücksichtigte Abstand der Abstand zwischen der aktuellen Lösung und allen vorher gefundenen Lösungen.

Beispiel für die Auswirkung des "Abstandes der Lösungen" auf die Ergebnisse:

Problemaufbau:

Formel.1: fxy = x*x + y*y

CST.1:

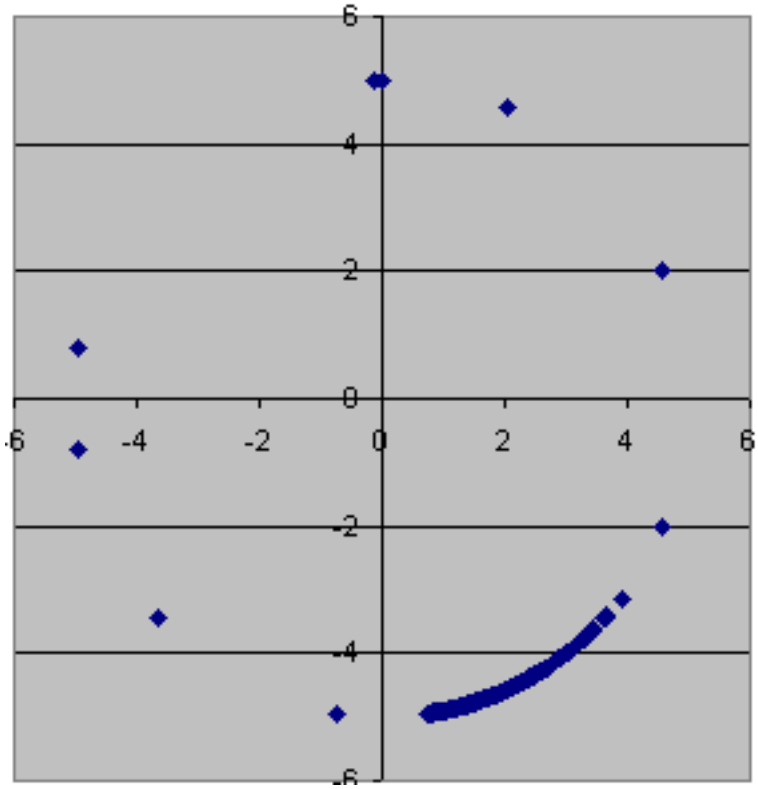
```
fxy == 25;
x > -100; x < 100;
y > -100; y < 100
```

Erster Test für Optionen:

Ergebnisoptionen: Anzahl der Lösungen: 100, Abstand zwischen den Lösungen: 0,02.

Optionen: Genauigkeit: 0,001

Gefundene Lösungen: etwa 50000 (auf Grund der Genauigkeit), von denen 100 die angegebene Abstandsbedingung erfüllen.



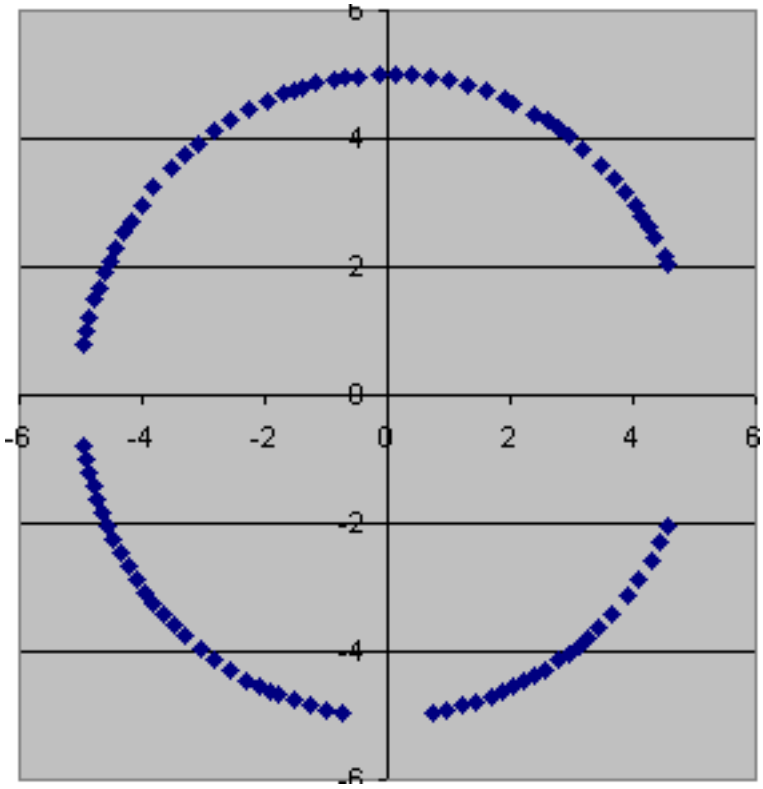
Zweiter Test für Optionen:

Wenn die Genauigkeit und der Abstand zwischen den Lösungen erhöht wird, erhöht sich der Bereich der Lösungen (auf Grund des größeren Abstands zwischen den Lösungen), und die Berechnungszeit verringert sich (auf Grund der geringeren Genauigkeit).

Ergebnisoptionen: Anzahl der Lösungen: 100, Abstand zwischen den Lösungen: 0,15.

Optionen: Genauigkeit: 0,1

Gefundene Lösungen: etwa 1700 (auf Grund der Genauigkeit), von denen 100 die angegebene Abstandsbedingung erfüllen.



Tool 'Experimente erstellen' verwenden

Dieses Handbuch enthält folgende Übungen:

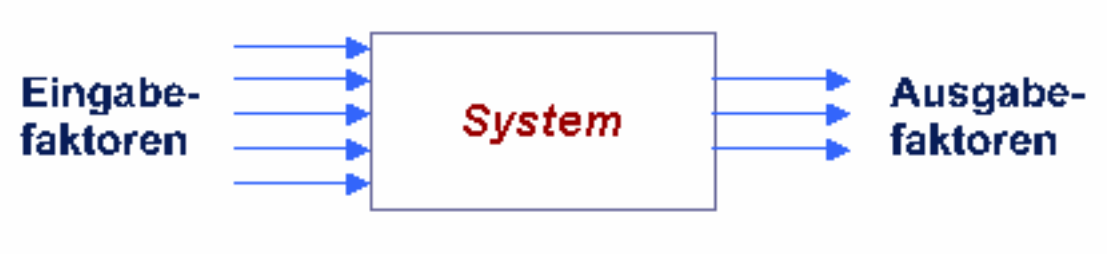
Tool 'Erstellung von Experimenten' verwenden: Das Symbol **Erstellung von Experimenten** anklicken, um virtuelle Experimente durchzuführen.

Tool 'Erstellung von Experimenten' verwenden
Einführung in das Dialogfenster 'Erstellung von Experimenten'
Tool 'Erstellung von Experimenten' verwenden

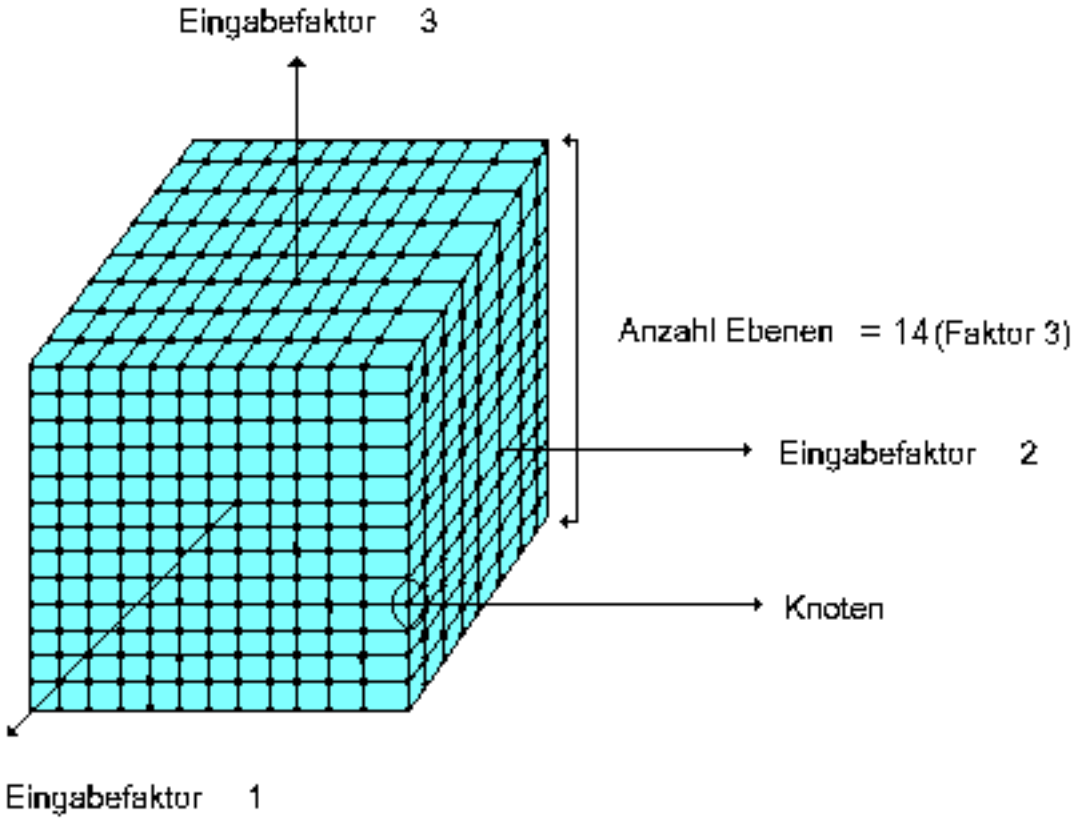
Einführung in das Tool 'Experimente erstellen'

Das Tool 'Experimente erstellen' ermöglicht dem Benutzer die Ausführung von virtuellen Experimenten, die so viele Parameter wie nötig berücksichtigen. Dieses Tool ermöglicht Folgendes:

- Interaktionen zwischen Parametern suchen.
- Prognosen erstellen.
- Identifizieren, welcher Parameter den größten Einfluss hat.



Um ein gegebenes System zu analysieren (siehe unten), werden die Eingabeparameter ausgewählt, die Untersuchungsbereiche definiert, die zur Ausführung der Analyse verwendeten Knoten des Netzwerkes und schließlich die Ausgabeparameter angegeben (Ausgabebewertung).



Das System führt eine Analyse auf der Basis der Berechnungen durch, die für jeden Knoten des Netzwerks ausgeführt wurden, und erstellt Grafiken, die die Auswirkungen jedes Faktors auf jede Ausgabe sowie die Auswirkungen jedes Parameterpaars auf jede Ausgabe zeigen. Die Ergebnisse der Analyse werden in einer Ausgabedatei gespeichert (Excel-Datei unter Windows und Textdatei für alle anderen Betriebssysteme). Die generierten Grafiken können in Excel-Dateien gespeichert werden.

Beschreibung des Fensters 'Experimente erstellen', um weitere Informationen zur Verwendung des Fensters 'Experimente erstellen' zu erhalten, und Tool 'Experimente erstellen', um ein Beispiel zu erhalten.

Fenster 'Experimente erstellen' - Einführung

Das Fenster 'Experimente erstellen' ermöglicht dem Benutzer die Ausführung von virtuellen Experimenten, die so viele Parameter wie nötig berücksichtigen. Der Zugriff auf dieses Fenster erfolgt durch Anklicken des Symbols **Design of Experiments** ( ) in der Umgebung 'Product Engineering Optimizer'.

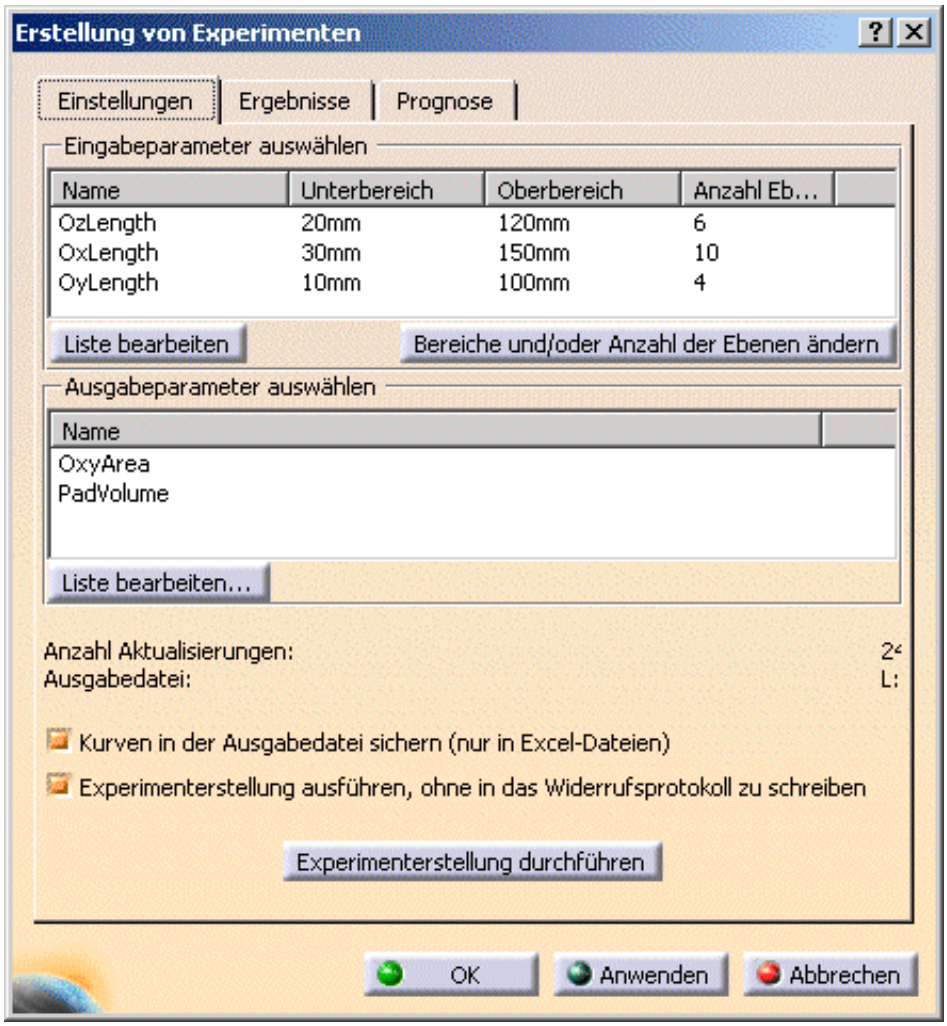
Das Fenster 'Experimente erstellen' besteht aus drei verschiedenen Registerkarten:

- Registerkarte 'Einstellungen'
- Registerkarte 'Ergebnisse'
- Registerkarte 'Prognose'

Registerkarte 'Einstellungen'

Über diese Registerkarte kann die auszuführende Analyse definiert werden. Auf dieser Registerkarte können:

- die Eingabeparameter ausgewählt werden
- die anzuwendenden Bereiche (Untersuchungsbereich) sowie die Anzahl Ebenen (Anzahl Knoten) ausgewählt werden
- die Ausgabeparameter ausgewählt werden
- die Erstellung von Experimenten ausgeführt werden.



Eingabeparameter auswählen

Über dieses Feld können die Eingabeparameter ausgewählt werden, die bei der Ausführung der Analyse berücksichtigt werden.

Die Schaltfläche Liste bearbeiten anklicken, um auf das Fenster **Eingabeparameter auswählen** zuzugreifen, die Parameter anklicken und mit der Schaltfläche auswählen. Dann **OK** anklicken.
Zum Entfernen von Parametern die Schaltfläche **Liste bearbeiten...** anklicken, die Pfeiltaste verwenden, um diese von den ausgewählten Parametern zu entfernen, und **OK** anklicken.

Einen Eingabeparameter auswählen, und die Schaltfläche Bereiche und/oder Anzahl der Ebenen ändern anklicken (oder auf dem Parameter doppelt klicken), um die oberen und unteren Bereiche der Eingabeparameter und die Anzahl Ebenen anzugeben. Die Multiplikation dieser Ebenen stimmt mit der Anzahl der ausgeführten Aktualisierungen überein (automatisch berechnet).

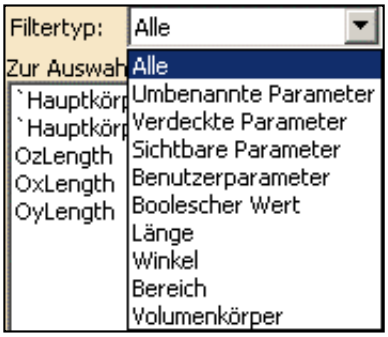
Beachten, dass DOE-Kurven (Design Of Experiments) manuell erzeugt werden können, wenn der Benutzer vergisst, diese Option zu aktivieren und DOE nicht ausgeführt werden soll. Weitere Informationen enthält der Abschnitt Nützliche Hinweise.

Ausgabeparameter auswählen

Über dieses Feld können die berücksichtigten Ausgabeparameter (auch als Ausgabefaktoren bezeichnet) ausgewählt werden.

Die Schaltfläche

anklicken, um auf das Fenster **Ausgabeparameter auswählen** zuzugreifen, mit Hilfe der Schaltfläche einen oder mehrere Parameter auswählen, und **OK** anklicken.
Zum Entfernen von Parametern die Schaltfläche **Liste bearbeiten...** anklicken, die Pfeiltaste verwenden, um diese von den ausgewählten Parametern zu entfernen, und **OK** anklicken.



Über die Blätterliste **Filtertyp** kann der Typ der Ausgabeparameter gefiltert werden.

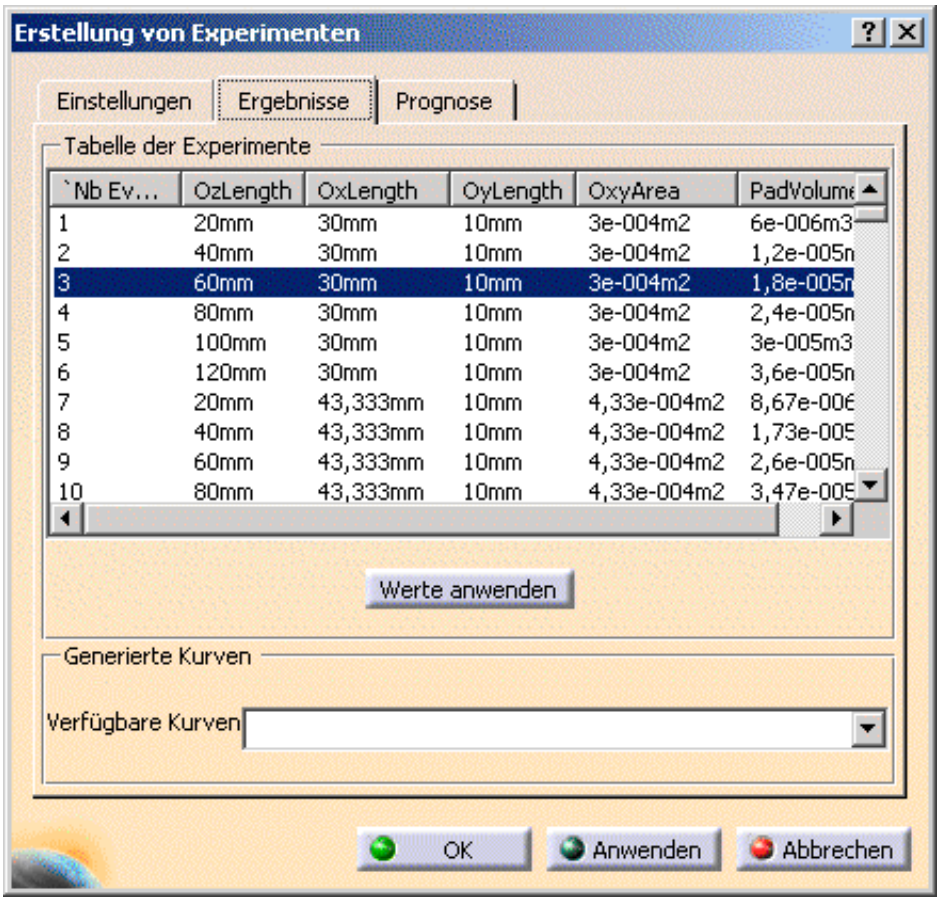
- **Kurven in der Ausgabedatei sichern**: ermöglicht die Anzeige von Kurven in einer XLS-Datei (nur für Windows).

- Über die Schaltfläche

kann die Analyse gestartet werden. Wenn der Algorithmus für die Experimenterstellung nicht vorher ausgeführt wurde, wird der Benutzer zur Angabe einer Ausgabedatei aufgefordert; andernfalls wird je nach der vorher ausgeführten Aktion ein Kontextmenü angezeigt (vollständige Ausführung oder unterbrochene Ausführung).

Registerkarte 'Ergebnisse'

Diese Registerkarte ist nur verfügbar, nachdem die Analyse ausgeführt wurde und ist inaktiviert, wenn die auf der Registerkarte 'Einstellungen' enthaltenen Informationen nicht auf dem neuesten Stand sind.



Die in der Tabelle der Experimente angezeigte Matrize ist das Ergebnis der für jeden Knoten ausgeführten Berechnungen: die im Abschnitt 'Tabelle der Experimente' angezeigte Matrize ist das Ergebnis der für jeden Knoten ausgeführten Berechnungen: die Anzahl der dargestellten Bewertungen stimmt mit der Anzahl der auf der Registerkarte 'Einstellungen' angezeigten Aktualisierungen überein.

Über die Schaltfläche

kann der Benutzer einen Wert in der Matrize auswählen und für Parameter anwenden.

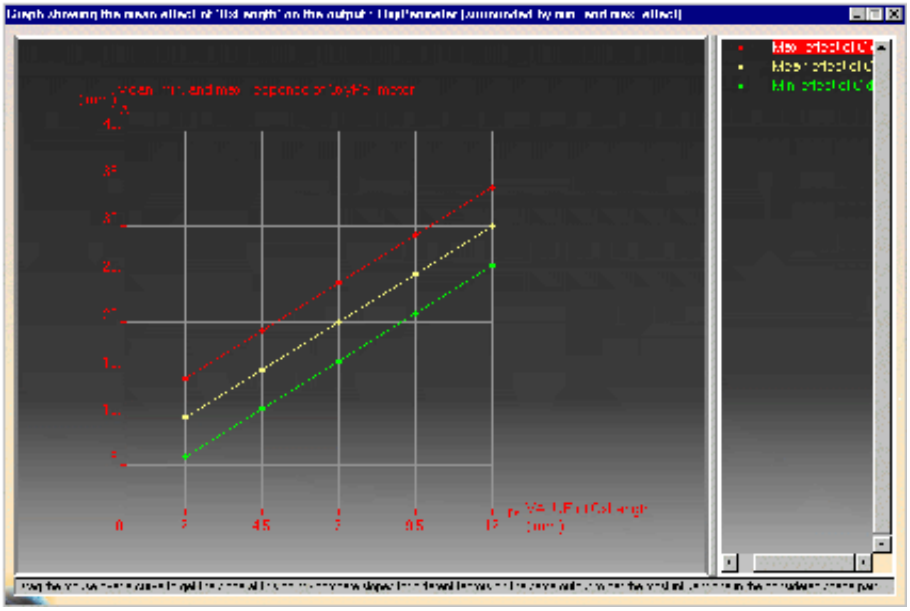
Generierte Kurven

Die Anzahl der generierten Kurven hängt von der Anzahl der ausgewählten Eingabe- und Ausgabeparameter ab. Eine Kurve wird generiert:

- für jede Eingabe und jede Ausgabe für die Effekte
- für jedes Paar von Eingabefaktoren und für jede Ausgabe.

Die folgenden Abbildungen zeigen zwei Kurvenbeispiele (die für die Erstellung dieser Kurven verwendeten Daten sind im Abschnitt Tool 'Experimente erstellen' verwenden enthalten).

Kurvendiagramm eines Faktoreffektes auf eine Ausgabe

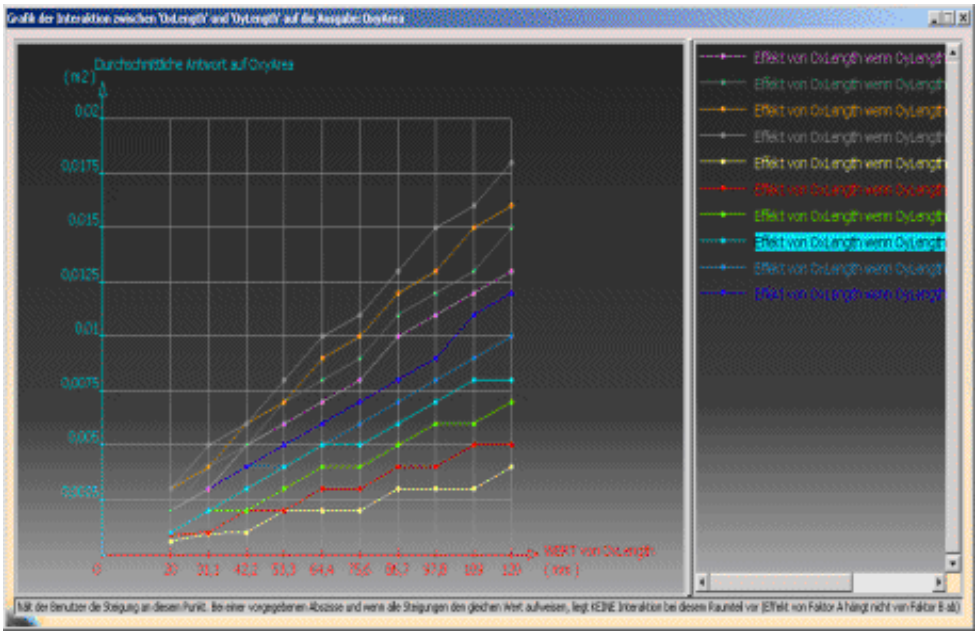


Diese Grafik zeigt den durchschnittlichen Effekt des Parameters 'OxLength' auf den Parameter 'OxyPerimeter'. (Die nebenstehende Grafik anklicken, um sie zu vergrößern.)

Die drei Kurven sind parallel und dies bedeutet, dass keine Interaktion zwischen den Parametern 'OxLength' und 'OyLength' auf den Ausgabeparameter (OxyParameter) vorliegt (d. h. der Effekt von 'OxLength' auf 'OxPerimeter' hängt nicht vom Wert 'OyLength' ab).

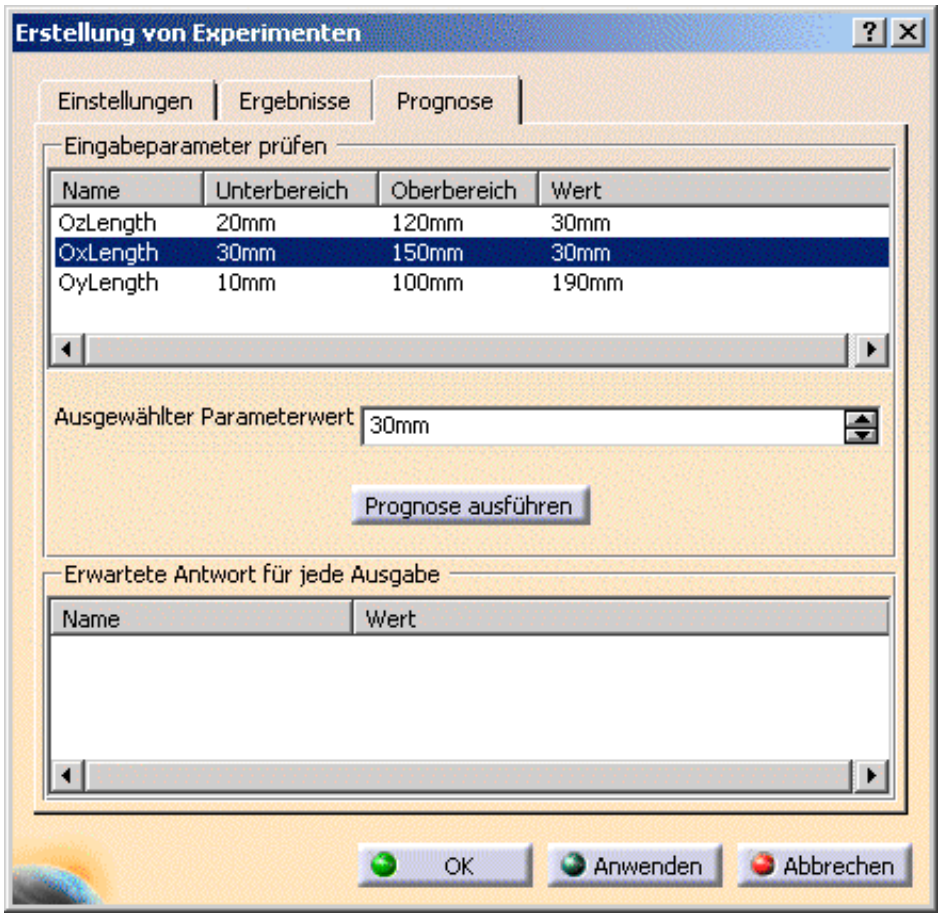
Die gelbe Kurve stellt den Durchschnitt dar. Die rote Kurve stellt den Durchschnitt plus drei Standardabweichungen dar. Die grüne Kurve stellt den Durchschnitt minus drei Standardabweichungen dar. Statistisch gesehen befinden sich bei einem beliebigen Wert von Ox 99 % der Werte für OXyPerimenter im Bereich zwischen den grünen und roten Punkten.

Kurvendiagramm der Interaktion zwischen zwei Eingabefaktoren auf eine Ausgabe



Diese Grafik zeigt den Interaktionseffekt der Parameter "OxLength" und "OyLength" von 'OxyArea'. (Die nebenstehende Grafik anklicken, um sie zu vergrößern.)

Registerkarte 'Prognose'



Diese Registerkarte stellt ein mathematisches Modell des Systems dar und wird verwendet, um einen theoretischen Wert des Ausgabeparameters in Bezug auf eine spezifische Konfiguration des Eingabeparameters zu erhalten.

Wenn das Ergebnis nicht zufrieden stellend ist, muss die Analyse durch Hinzufügen von Ebenen auf der Registerkarte 'Einstellungen' eingegrenzt werden.

Zum Erhalt von Prognosen kann eine der beiden nachstehend beschriebenen Alternativen ausgewählt werden:

Berechnung des theoretischen Wertes eines Knotens:

- Die Registerkarte **Ergebnisse** anklicken und eine Zeile auswählen.
- Die Schaltfläche **Werte anwenden** anklicken.
- Die Registerkarte **Prognose** und dann die Schaltfläche **Prognose ausführen** anklicken: Das Ergebnis wird im unteren Teilfenster des Fensters angezeigt.

Den theoretischen Wert eines Knotens des Untersuchungswertes (außerhalb des Netzwerkes) berechnen:

- Den Parameter anklicken, um ihn auszuwählen.
- Den Wert des Parameters im Feld **Ausgewählter Parameterwert** ändern (hierzu die Taste **Eingabe** drücken, oder auf eine beliebige Stelle klicken, um die Eingabe zu bestätigen). Diese Operation für jeden zu verwendenden Parameter wiederholen.
- Die Schaltfläche **Prognose ausführen** anklicken: Das Ergebnis wird im unteren Teilfenster des Fensters angezeigt.

Das Tool 'Experimente erstellen' verwenden

In dieser Übung wird beschrieben, wie das Tool 'Experimente erstellen' verwendet wird. Im nachstehend beschriebenen Szenario soll ein Block optimiert werden.

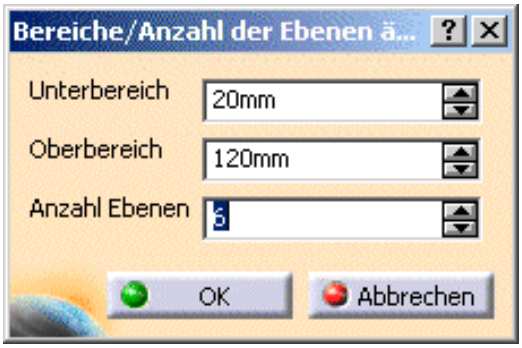
Weitere Informationen zum Tool 'Experimente erstellen' enthalten die Abschnitte Einführung und Beschreibung des Fensters 'Experimente erstellen'.

1. Die Datei KwoDesignOfExperiments.CATPart öffnen, und auf die Umgebung 'Product Engineering Optimizer' zugreifen (**Start -> Knowledgeware**).
2. Das Symbol **Experimente erstellen** ( ) anklicken. Das Fenster 'Experimente erstellen' wird angezeigt.
3. Die Schaltfläche

anklicken, um die Eingabeparameter auszuwählen.
4. In dem geöffneten Dialogfenster die Parameter **OzLength, OxLength, OyLength** auswählen, diese mit Hilfe der Schaltfläche in die Spalte **Ausgewählte Parameter** verschieben, und dann **OK** anklicken.
5. Im Feld **Eingabeparameter auswählen** den Parameter **OzLength** auswählen, und die Schaltfläche

anklicken. Die folgenden Daten in das Dialogfenster eingeben und **OK** anklicken.

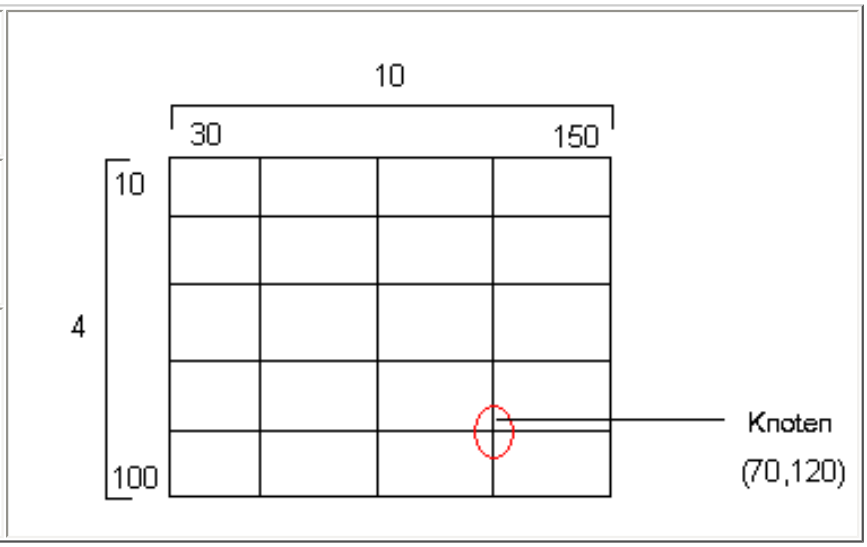
Unterbereich	20
Oberbereich	120
Anzahl Ebenen	6



6. Die folgenden Werte auf den Parameter **OxLength** anwenden:

Unterbereich	30mm
Oberbereich	150mm
Anzahl Ebenen	10

7. Die folgenden Werte auf den Parameter **OyLength** anwenden:

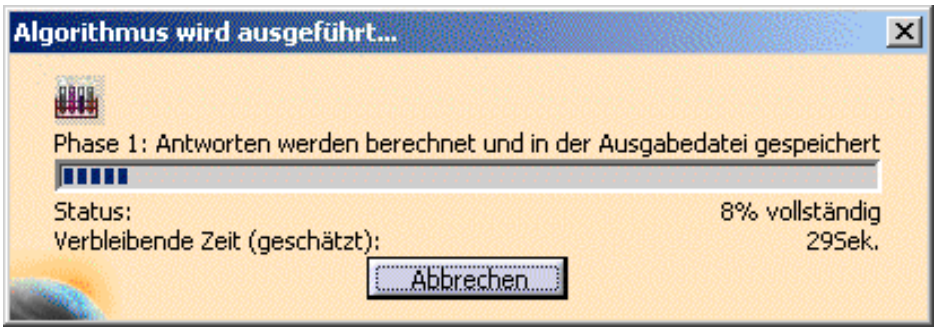
Unterbereich	10mm	
Oberbereich	100mm	
Anzahl Ebenen	4	

8. Im Feld **Ausgabeparameter auswählen** die Schaltfläche Liste bearbeiten anklicken, um die Ausgabeparameter auszuwählen.

9. In dem geöffneten Dialogfenster die Parameter **OxyArea** und **PadVolume** mit Hilfe der Schaltfläche auswählen und **OK** anklicken.

10. **Kurven in der Ausgabedatei sichern** markieren und die Schaltfläche Erstellung von Experimenten durchführen anklicken, um die Analyse zu starten.

11. Den Namen der Ausgabedatei eingeben und **Sichern** anklicken. Die Analyse wird gestartet und es wird ein Dialogfenster angezeigt, das dem unten gezeigten Beispiel entspricht.

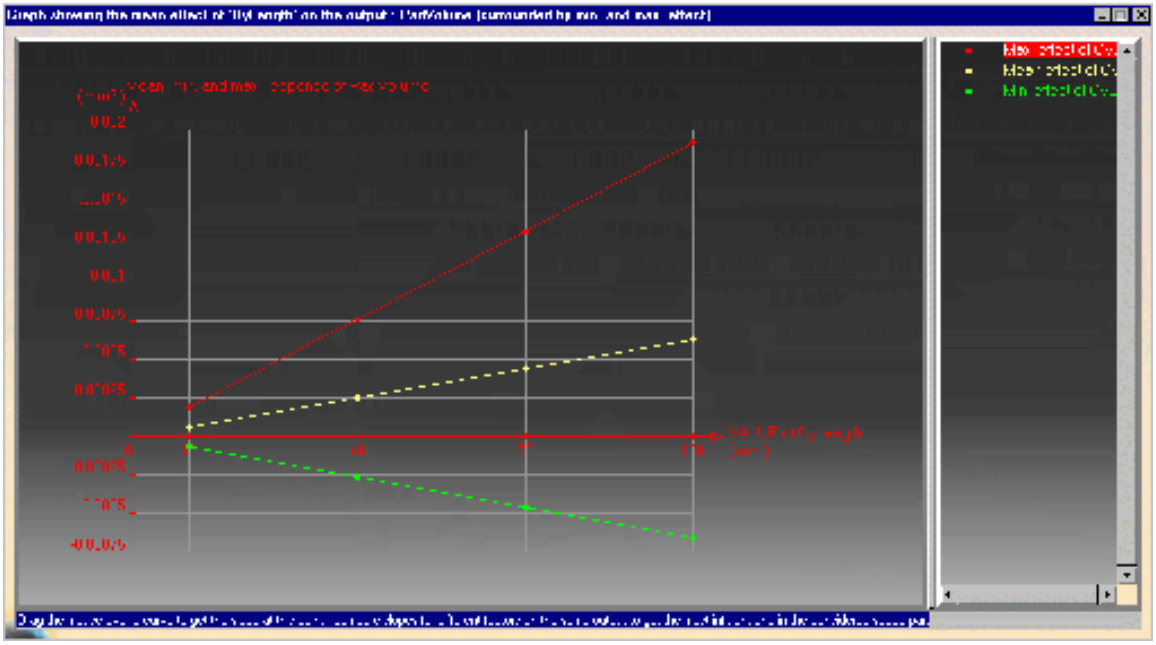


12. Nach Abschluss der Analyse die Registerkarte **Ergebnisse** auswählen. Die Anzahl der Ergebnisse, die in der Tabelle der Experimente angezeigt werden, entspricht der Anzahl der Aktualisierungen (siehe Registerkarte 'Einstellungen').

Die Werte der Tabelle können für die Parameter angewendet werden. Hierfür eine Zeile in der Tabelle der Experimente auswählen, und die Schaltfläche **Diese Werte anwenden** anklicken.

13. In der Blätterliste **Eine Kurve auswählen Durchschnittlicher Effekt von 'Oy Length' auf die Ausgabe : PadVolume** auswählen. Die folgende Grafik wird angezeigt (die unten stehende Grafik

anklicken, um sie zu vergrößern):



Tipps und Tricks

- Es kann immer nur ein Parameter gleichzeitig f(x) optimiert werden.
- Eine Stetigkeit innerhalb des Parameterwerts ist erforderlich. Parameter mit mehreren diskreten Werten können nicht als freie Parameter verwendet werden.
- Wenn ein Parameter durch eine Beziehung als ein freier Parameter eingeschränkt ist, kann dies zu unvorhergesehenen Ergebnissen führen.
- Für den Gradienten-basierten Algorithmus (lokale Suche) mindestens drei Mal so viele freie Parameter wie die Anzahl Aktualisierungen ohne Verbesserung einfügen.
- Den unter der Komponente für die äquivalente Bemaßung angeordneten Werteparameter auswählen, wenn freie Parameter abhängig von einer Komponente für die äquivalente Bemaßung geändert werden sollen. Dabei ist zu beachten, dass Bereiche und Schritte nicht direkt auf die Parameter angewendet werden können, aus denen sich die äquivalente Bemaßung zusammensetzt: Bereiche und Schritte können nur auf den unter der Komponente für die äquivalente Bemaßung befindlichen Werteparameter angewendet werden. Wenn daher Bereiche und/oder Schritte auf den Werteparameter angewendet werden, werden die Parameter, aus denen sich die äquivalente Bemaßung zusammensetzt, dieselben Bereiche und/oder Schritte aufweisen wie der Werteparameter.

Kurzübersicht zu PEO

- Optimierung
- Experimente erstellen

Dieses Thema wendet sich an Benutzer, die eine schnelle Antwort auf Fragen zu PEO wünschen. Die Verwendung dieses Abschnitts setzt jedoch Vorkenntnisse von PEO voraus, da keine Einzelheiten angegeben werden.

Optimierung

- Zu optimierende Parameter auswählen
- Freie Parameter hinzufügen
- Bereiche und Schritte zu freien Parametern hinzufügen
- Bedingung erzeugen
- Bedingung mit Derivaten erzeugen
- Bedingung löschen
- Namen einer Bedingung ändern
- Hauptteil einer Bedingung ändern
- Wertigkeit zu Bedingung zuordnen
- Genauigkeit ändern
- Gewichtungsprioritäten anpassen
- Werte auf Parameter anwenden
- Anzuzeigende Parameter auswählen
- Bereiche von freien Parametern mit Hilfe einer Beziehung bewerten
- Nach einem Mindestwert suchen
- Nach einem Höchstwert suchen

Zu optimierende Parameter auswählen

1. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
2. In der Blätterliste 'Optimierungstyp' den Optimierungstyp auswählen.
3. Die Schaltfläche **Auswählen** anklicken.
4. Im Fenster **Parameter auswählen** die Parameter auswählen, die optimiert werden sollen.
5. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Freie Parameter hinzufügen

1. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
2. In der Blätterliste 'Optimierungstyp' den Optimierungstyp auswählen.
3. Die Schaltfläche **Liste bearbeiten** anklicken.
4. Im Fenster **Freie Parameter auswählen** die Parameter auswählen, die verwendet werden sollen.
5. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Bereiche und Schritte zu freien Parametern hinzufügen

1. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
2. In der Blätterliste 'Optimierungstyp' den Optimierungstyp auswählen.
3. Die Schaltfläche **Liste bearbeiten** anklicken.
4. Im Fenster **Freie Parameter auswählen** die Parameter auswählen, die verwendet werden sollen.
5. Nach Abschluss **OK** anklicken.
6. Im Feld 'Freie Parameter' einen freien Parameter auswählen, und die Schaltfläche **Bereiche**

und Schritt bearbeiten anklicken.

7. Im Dialogfenster **Bereiche und Schritt ändern** die Bereiche und den Schritt eingeben.
8. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Bedingung erzeugen

1. Auf der Registerkarte 'Bedingungen' die Schaltfläche **Neu...** anklicken. Das Fenster 'Optimierung des Bedingungseditors' (Optimization Constraints Editor) wird angezeigt.
2. Den Hauptteil der Bedingung eingeben.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Bedingung mit Derivaten erzeugen

1. Die Schaltfläche **Neu (Derivatbereitstellung)** anklicken.
2. Die Bedingung aus der Liste 'Bedingungen' auswählen und im unteren Teil des Fensters eine Formel zuweisen.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Bedingung löschen

1. Auf der Registerkarte 'Bedingungen' die zu löschende Bedingung auswählen.
2. Die Schaltfläche 'Löschen' anklicken.

Namen einer Bedingung ändern

1. Im Dialogfenster 'Optimierung' auf der Registerkarte 'Bedingungen' die Bedingung auswählen, die geändert werden soll.
2. Im Feld 'Name' im Abschnitt 'Bedingungsdefinition' einen neuen Namen für die Bedingung eingeben.
3. Nach Abschluss **Anwenden** anklicken.

Hauptteil einer Bedingung ändern

1. Die Bedingung auswählen, die geändert werden soll.
2. Im Feld 'Name' im Abschnitt 'Bedingungsdefinition' einen neuen Namen für die Bedingung eingeben. Das Fenster 'Optimierung des Bedingungseditors' (Optimization Constraints Editor) wird geöffnet.
3. Einen neuen Hauptteil eingeben.
4. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Wertigkeit zu Bedingung zuordnen

1. Eine neue Bedingung erzeugen.
2. In der Tabelle die Bedingung anklicken und eine Ziffer in das Feld **Wertigkeit** eingeben.

Genauigkeit ändern

Die Genauigkeit mit Hilfe des Umlaufauswahlfeldes ändern. Standardmäßig ist die Genauigkeit auf 1 festgelegt.

Gewichtungsprioritäten anpassen

1. Den Bedingungen auf der Registerkarte 'Bedingungen' Wertigkeiten zuordnen.
2. Die Schaltfläche **Gewichtungsprioritäten anpassen** anklicken.

Werte auf Parameter anwenden

1. In der Tabelle 'Sortierte Ergebnisse' eine Zeile auswählen.
2. Die Schaltfläche **Werte auf Parameter anwenden** anklicken. Die in dieser Zeile angezeigten Werte werden auf die Parameter angewendet.

Anzuzeigende Parameter auswählen

1. Die Schaltfläche **Parameter auswählen** anklicken, um die Parameter für die Optimierungsdatei auszuwählen, deren Entwicklung in den Kurven dargestellt wird.
2. Im Dialogfenster **Die Parameter auswählen, deren Kurve angezeigt wird** die gewünschten Parameter auswählen.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Bereiche von freien Parametern mit Hilfe einer Beziehung bewerten

- Eine Optimierung mit freien Parametern erzeugen.
- Den freien Parametern im Fenster 'Optimierung' Bereiche hinzufügen.
- Auf den Beziehungseditor (Formel-/Regeleditor) zugreifen. Im Strukturbaum die Optimierung anklicken. Die freien Parameter werden im Editor angezeigt.
- Die freien Parameter anklicken, die bewertet werden sollen. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Nach einem Mindestwert suchen

1. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
2. In der Blätterliste Optimierung als Optimierungstyp **Minimierung** auswählen.
3. Die anderen Optimierungskriterien auswählen.
4. Nach Abschluss **Optimierung ausführen** anklicken.

Nach einem Höchstwert suchen

1. Das Symbol **Optimierung** ( ) anklicken. Das Dialogfenster 'Optimierung' wird angezeigt.
2. In der Blätterliste Optimierung als Optimierungstyp **Maximierung** auswählen.
3. Die anderen Optimierungskriterien auswählen.
4. Nach Abschluss **Optimierung ausführen** anklicken.

Experimente erstellen

- Eingabeparameter auswählen
- Eingabeparameter entfernen
- Bereiche und/oder Anzahl der Ebenen ändern
- Ausgabeparameter auswählen
- Ausgabeparameter entfernen

Eingabeparameter auswählen

1. Auf der Registerkarte 'Einstellungen' die Schaltfläche

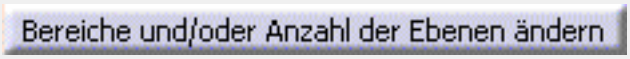
anklicken. Das Fenster **Eingabeparameter auswählen** wird geöffnet.
2. Die gewünschten Parameter mit der Schaltfläche auswählen.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Eingabeparameter entfernen

1. Die Schaltfläche

anklicken. Das Fenster **Eingabeparameter auswählen** wird geöffnet.
2. Die Parameter mit Hilfe der Pfeiltaste aus der Liste der ausgewählten Parameter entfernen.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Bereiche und/oder Anzahl der Ebenen ändern

1. Einen Eingabeparameter auswählen.
2. Die Schaltfläche 

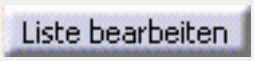
anklicken (oder doppelt auf den Parameter klicken), um die oberen und unteren Bereiche des Eingabeparameters sowie die Anzahl der Ebenen anzugeben.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Ausgabeparameter auswählen

1. Die Schaltfläche

anklicken. Das Fenster **Eingabeparameter auswählen** wird geöffnet.
2. Mit Hilfe der Schaltfläche einen oder mehrere Parameter auswählen.
3. **OK** anklicken.

Ausgabeparameter entfernen

1. Die Schaltfläche 

anklicken. Das Fenster **Eingabeparameter auswählen** wird geöffnet.
2. Die Parameter mit Hilfe der Pfeiltaste ( ) aus der Liste der ausgewählten Parameter entfernen.
3. Nach Abschluss **OK** anklicken.

Übungen für Fortgeschrittene

Ergebnisse interpretieren
Nützliche Hinweise

Ergebnisse interpretieren

Ergebnisdatei

Um die Ergebnisse der Berechnung nach erfolgter Optimierung überprüfen zu können, muss das Markierungsfeld 'Optimierungsdaten sichern' markiert werden. Falls erforderlich, den Standardpfad ändern. Die generierte Datei enthält (für jede Wiederholung) den Wert der objektiven Funktion sowie die freien Parameterwerte (und die Bedingungswerte falls vorhanden).

Die Optimierungskurven werden aus den in dieser Ergebnisdatei bereitgestellten Daten generiert.

Optimierungskurven

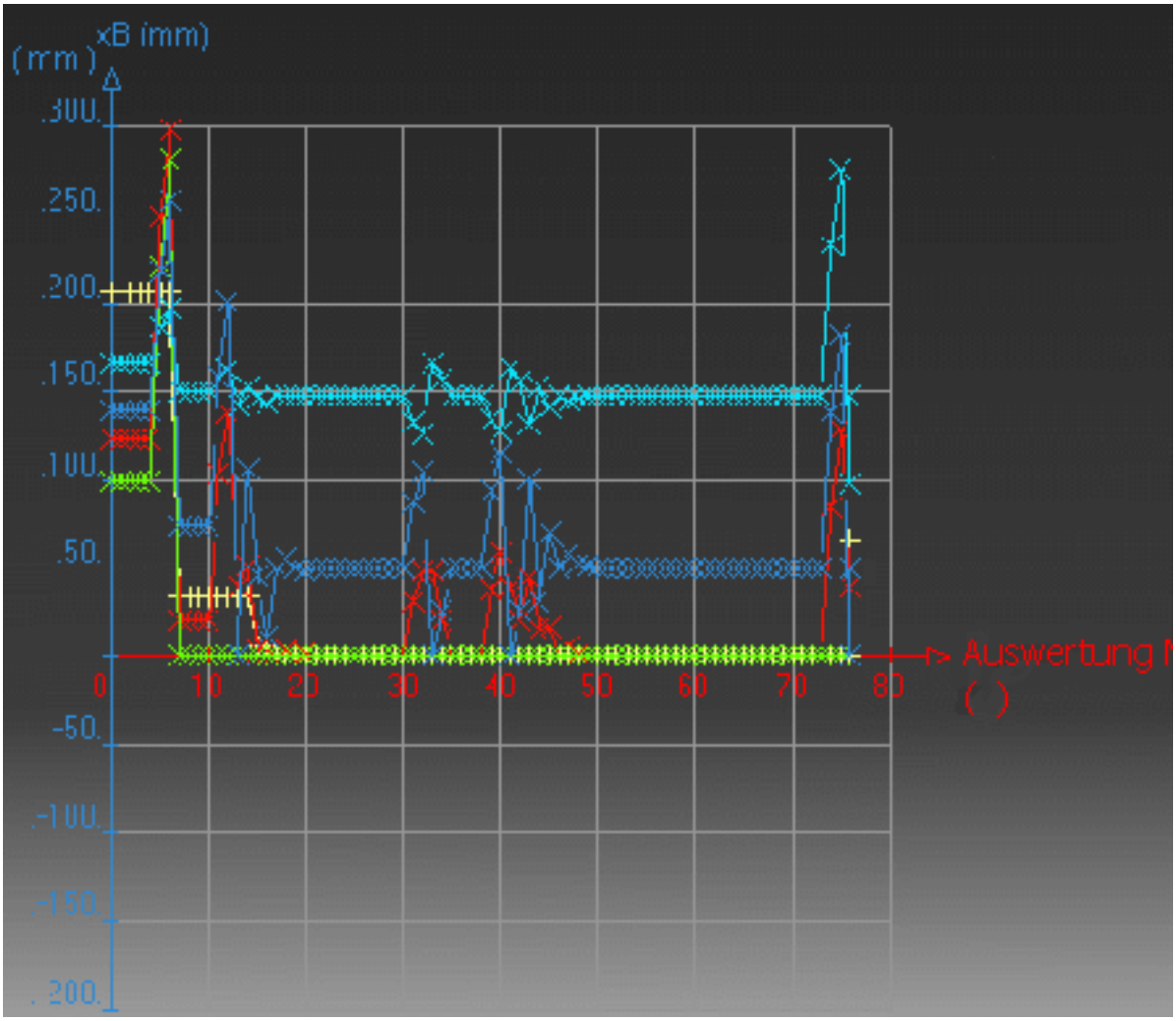
Kurven anzeigen... anklicken, um die Optimierungskurven anzuzeigen. Die Abszisse steht für die Anzahl Iterationen, die Ordinate bezeichnet entweder den Wert der objektiven Funktion oder die Werte der freien Parameter. Um die gewünschten Wert auf der Ordinatenachse zu erhalten, muss die Taste für die jeweilige Kurve rechts von den Kurven angeklickt werden.

Die Optimierungskurven werden aus der Ergebnisdatei generiert. Zum Anzeigen der Optimierungskurven muss das Markierungsfeld **Optimierungsdaten sichern** angeklickt werden.

In Bezug auf den "Optimierten Parameter" werden 2 Kurven gezeichnet:

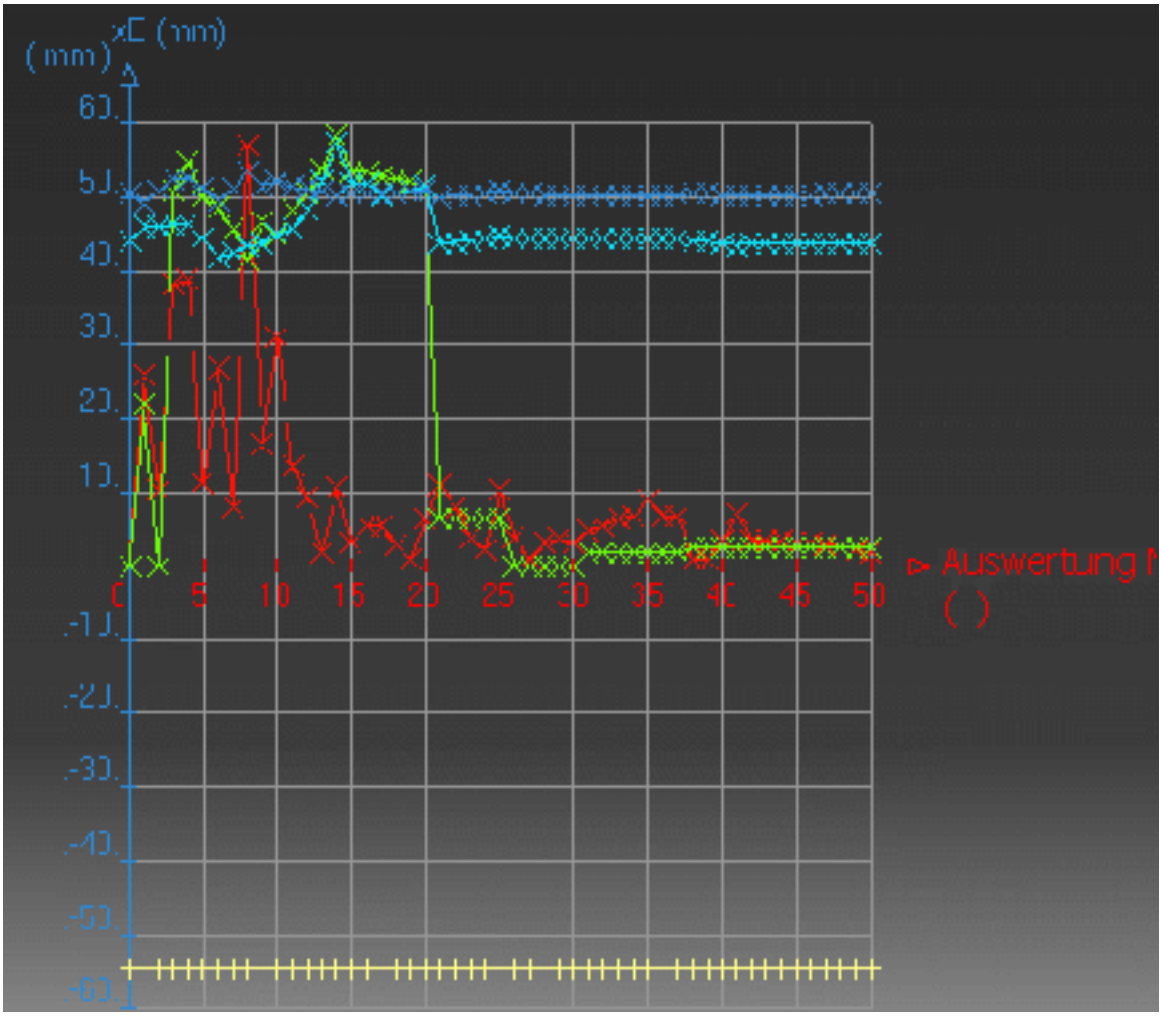
- Sein aktueller Wert und
- das "Optimierungsprotokoll", das die Entwicklung seines besten Wertes wiedergibt.

Die Kurven unten sind das Ergebnis der Optimierung, die im Abschnitt Erste Schritte dieses Handbuchs ausgeführt wurden.



Algorithmus für Gradienten

Algorithmus für simuliertes Ausglühen



Warnung und Fehler

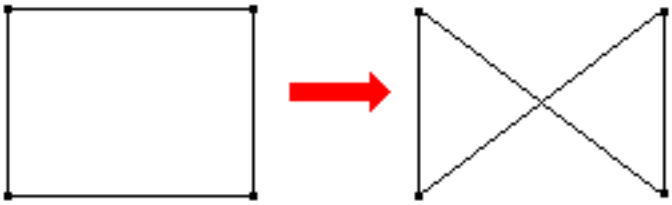
Der Optimierungsprozess gibt möglicherweise mehrere Warnungen aus. Eine der am häufigsten auftretenden Warnungen ist die Warnung "Die beste Lösung kann nicht wiederhergestellt werden".

Die Offenheit von PEO ermöglicht das Einfügen jeder beliebigen Art objektiver Funktionen. Einige dieser Funktionen sind möglicherweise von vorausgehenden Aktionen abhängig (bei einem Modell mit Regeln, die das Ergebnis der objektiven Funktion beeinflussen.)

Dies bedeutet in Bezug auf die Optimierung, dass es nicht möglich ist, eine zuvor gefundene Konfiguration wiederherzustellen. Es wird eine Warnung ausgegeben, die die Differenz zwischen wiederhergestellter Lösung und der vorherigen besten Konfiguration angibt. Eine geringfügige Differenz tritt in der Regel auf Grund von Rundungsfehlern auf: In diesem Fall ist die Optimierung gültig. Die Ergebnisse sollten akzeptiert werden. Eine große Differenz kann ein Hinweis darauf sein, dass tatsächlich ein Problem vorliegt.

Ursachen für Fehler

Probleme	Lösungen

Modelle mit Regeln, die die Definition der objektiven Funktion während des Optimierungsprozesses beeinflussen. f(x)=a x2+1 if (x>1) a=1 else a = -1 Wenn x während des Optimierungsprozesses einen Wert zwischen 1 und 2 annimmt, ändert sich die Definition des Problems.	Das Modell prüfen.
Modelle mit Skizzen, die ungeeignete Konfigurationen annehmen können, die sie nicht ablehnen können. f(sketch)=area(sketch) 	Bei der Optimierung immer bedingte Skizzen und Bereiche verwenden.
Analysemodelle mit angepassten Vernetzungselementtypen, die nicht angepasst sind (T4 anstelle von T10).	Polynomische Interpolation (T10) anstelle der linearen Interpolation (T4) verwenden.

Nützliche Hinweise

- Optimierung
  - Gradient
  - Verkettungsalgorithmen
  - Mehrere Bedingungen
  - Empfehlungen
- Erstellung von Experimenten - Tool

Optimierung

Wenn ein Problem mit vielen Variablen (mehr als 4) als freie Parameter auftritt:

- nicht vergessen, Bereiche anzuwenden, und
- mit dem Algorithmus für Gradienten beginnen, bevor der Algorithmus für simuliertes Ausglühen verwendet wird.

Gradient

Der Gradient verhält sich mit Quadraten oder quadratischen Funktionen (besonders relevant für "Zielwerte") besser. Daher kommt es zu folgendem Problem:

Gegeben: **volume=x*y*z**.

Finde x, y und z, so dass Volumen = 1000.

Dies kann besser aufgelöst werden, wenn dem Optimierungsprogramm folgende Formel vorgegeben wird: objective = (volume)2

Verkettungsalgorithmen

In den meisten Fällen sind die Eigenschaften der Funktionen, die innerhalb der Optimierung verwendet werden, unbekannt. In diesem Fall empfiehlt es sich, den globalen Suchalgorithmus (Simuliertes Ausglühen) zu verwenden. Da bei Verwendung dieses Algorithmus eine Konvergenz eventuell erst nach langer Zeit erreicht wird (vor allem, wenn viele freie Parameter vorliegen), könnte es hilfreich sein, vor dem Umschalten zur globalen Suche (Simuliertes Ausglühen) eine lokale Suche (Gradient) für wenige Wiederholungen zu verwenden. Wenn die globale Suche konvergiert und die Ergebnisse eingegrenzt werden müssen, die Bereiche um die gefundene Lösung reduzieren und eine langsame lokale Suche starten.

Mehrere Bedingungen

- Einige Optimierungsprobleme können eine große Anzahl Bedingungen im Hinblick auf die Anzahl freier Parameter enthalten. In diesem Fall kann das Optimierungsproblem zu vielen Bedingungen unterliegen, d. h. es gibt keinen durchführbaren Bereich (Gruppe von freien Parameterwerten, für die alle Bedingungen erfüllt werden). Die globale Suche (Simuliertes Ausglühen) unterstützt bei der Verringerung der Bedingungswerte (auch in diesem letzteren Fall). Andererseits garantiert sie keinen Zugriff auf den durchführbaren Bereich, auch wenn dieser existiert.
- Die Entwicklung der Abstände bis Erfüllung (die mit den Grafiken angezeigt werden können) ist hilfreich, um Bedingungen zu identifizieren, die schwer zu erfüllen sind. Manchmal ist es besser, alle anderen Bedingungen zu inaktivieren, um einen potenziellen Bereich der Erfüllung nur für diese Bedingungen zu identifizieren.

Empfehlungen

Für Skizzen, für die eine Optimierung angewendet wird, sollten stets viele Bedingungen definiert werden. Skizzen, für die nicht genügend Bedingungen definiert wurden, können zu falschen Lösungen oder unterdrückten Geometrien führen (siehe KwoCirclesSk.CATPart). Es empfiehlt sich auch, den Bereich der freien Parameter auf sinnvolle Werte zu begrenzen.

Experimente erstellen

Wie können manuell Grafiken aus einer DoE-Excel-Ausgabedatei erstellt werden?

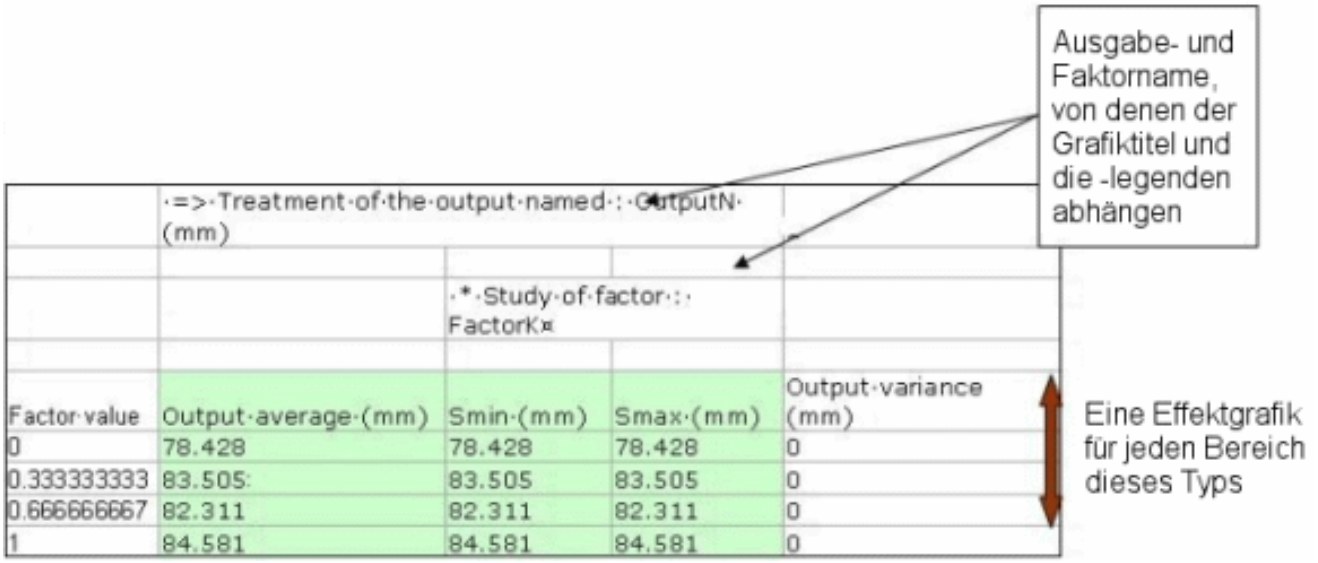
Der nachstehend beschriebene Prozess basiert auf der folgenden Datei:

HowToManuallyBuildGraphsFromDoEExcelOutputFile.xls

Effektgrafik erzeugen:

In der Excel-Datei für jede zu erzeugende Effektgrafik, d. h. für jeden Bereich des Teils mit dem Titel **BEREICH VON FAKTOREFFEKTEN**, für jede Ausgabe S und jeden Faktor X die folgenden Aktionen durchführen:

1. Die DoE-Ausgabe-Excel-Datei öffnen, sofern dies noch nicht geschehen ist.
2. Den Befehl 'Diagramm-Assistent' anklicken.
3. Als Diagrammtyp 'Liniendiagramm' auswählen und den Befehl WEITER anklicken.
4. Auf der Registerkarte 'Datenbereich':
    - Den Cursor in das Feld 'Datenbereich' setzen und auf dem Blatt den folgenden hervorgehobenen Bereich auswählen:


Ausgabe- und Faktorname, von denen der Grafiktitel und die -legenden abhängen
Eine Effektgrafik für jeden Bereich dieses Typs

	·=>·Treatment·of·the·output·named·:·OutputN·(mm)			
		·*·Study·of·factor·:·FactorK¤		
Factor·value	Output·average·(mm)	Smin·(mm)	Smax·(mm)	Output·variance (mm)
0	78.428	78.428	78.428	0
0.333333333	83.505	83.505	83.505	0
0.666666667	82.311	82.311	82.311	0
1	84.581	84.581	84.581	0

- Im Feld 'Reihe in' die Option 'Spalten' auswählen.

5. Auf der Registerkarte 'Datenbereich':

   - Den Inhalt des Rahmens 'Reihe' nicht ändern.
   - Den Cursor in das Feld 'Beschriftung der Rubrikenachse (X)' setzen und auf dem Blatt den folgenden hervorgehobenen Bereich auswählen:

	=> Treatment of the output named : OutputN (mm)			
		* Study of factor : FactorK		
Factor value	Output average (mm)	Smin (mm)	Smax (mm)	Output variance (mm)
0	78,428	78,428	78,428	0
0,333333333	83,505	83,505	83,505	0
0,666666667	82,311	82,311	82,311	0
1	84,581	84,581	84,581	0

   - Die Schaltfläche **WEITER** anklicken.

6. Auf der Registerkarte 'Titel':

   - Diagrammtitel = Durchschnittlicher Effekt von FaktorK auf AusgabeN (umgeben von minimalem und maximalem Effekt)
   - Rubrikenachse (X) = WERT von FaktorK
   - Werteachse (Y) = Durchschnitt von AusgabeN (Einheit der Ausgabe) - Antworten (umgeben von min. und max. Antworten)

7. Die anderen Registerkarten unverändert belassen, und die Schaltfläche WEITER anklicken.

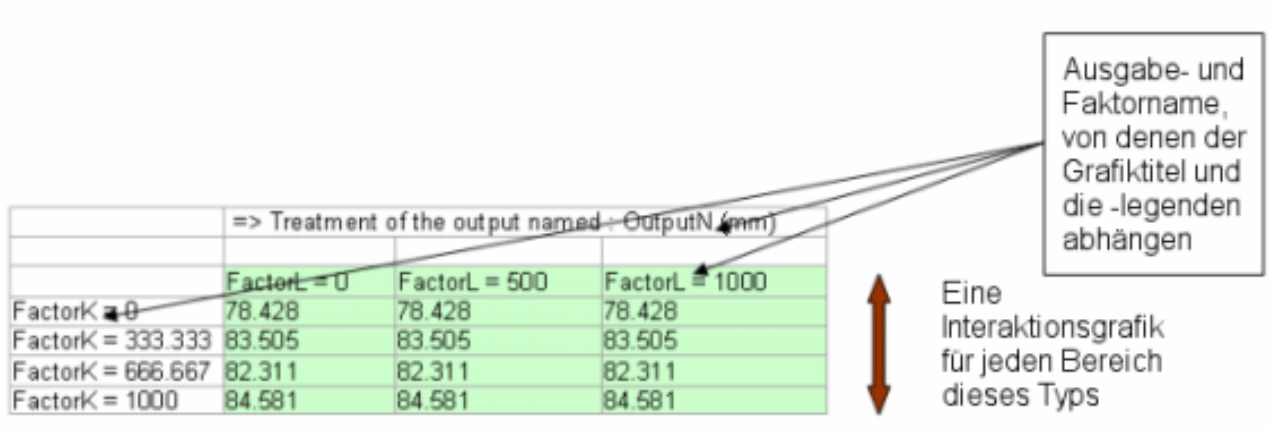
8. Die Option 'Als Objekt in: Blatt1' auswählen.

9. Die Schaltfläche FERTIG STELLEN anklicken.

Interaktionsdiagramme erstellen

In der Excel-Datei für jede zu erzeugende Interaktionsgrafik, d. h. für jeden Bereich des Teils mit dem Titel **BEREICH DER DURCHSCHNITTSINTERAKTIONEN** die folgenden Aktionen durchführen:

1. Die DoE-Ausgabe-Excel-Datei öffnen, sofern dies noch nicht geschehen ist.
2. Den Befehl 'Diagramm-Assistent' anklicken.
3. Als Diagrammtyp 'Liniendiagramm' auswählen und den Befehl WEITER anklicken.
4. Auf der Registerkarte 'Datenbereich':
   - Den Cursor in das Feld 'Datenbereich' setzen und auf dem Blatt den folgenden hervorgehobenen Bereich auswählen:


Ausgabe- und Faktorname, von denen der Grafiktitel und die -legenden abhängen
Eine Interaktionsgrafik für jeden Bereich dieses Typs

	=> Treatment of the output named : OutputN (mm)		
	FactorL = 0	FactorL = 500	FactorL = 1000
FactorK = 0	78.428	78.428	78.428
FactorK = 333.333	83.505	83.505	83.505
FactorK = 666.667	82.311	82.311	82.311
FactorK = 1000	84.581	84.581	84.581

   - Im Feld 'Reihe in' die Option 'Spalten' auswählen.
5. Auf der Registerkarte 'Reihen':
   - Den Inhalt des Rahmens 'Reihe' nicht ändern.
   - Den Cursor in das Feld 'Beschriftung der Rubrikenachse (X)' setzen und auf dem Blatt den folgenden hervorgehobenen Bereich auswählen:

	=> Treatment of the output named : OutputN (mm)		
	FactorL = 0	FactorL = 500	FactorL = 1000
FactorK = 0	78.428	78.428	78.428
FactorK = 333.333	83.505	83.505	83.505
FactorK = 666.667	82.311	82.311	82.311
FactorK = 1000	84.581	84.581	84.581

   - Die Schaltfläche WEITER anklicken.
6. Auf der Registerkarte 'Titel':

- Diagrammtitel = Effekt von FaktorL auf AusgabeN für jeden Wert von FaktorK (keine Interaktion, wenn die Kurven parallel verlaufen)

- Rubrikenachse (X)= WERT von FaktorL

(Y)-Achse = Durchschnitt von AusgabeN (Einheit der Ausgabe)

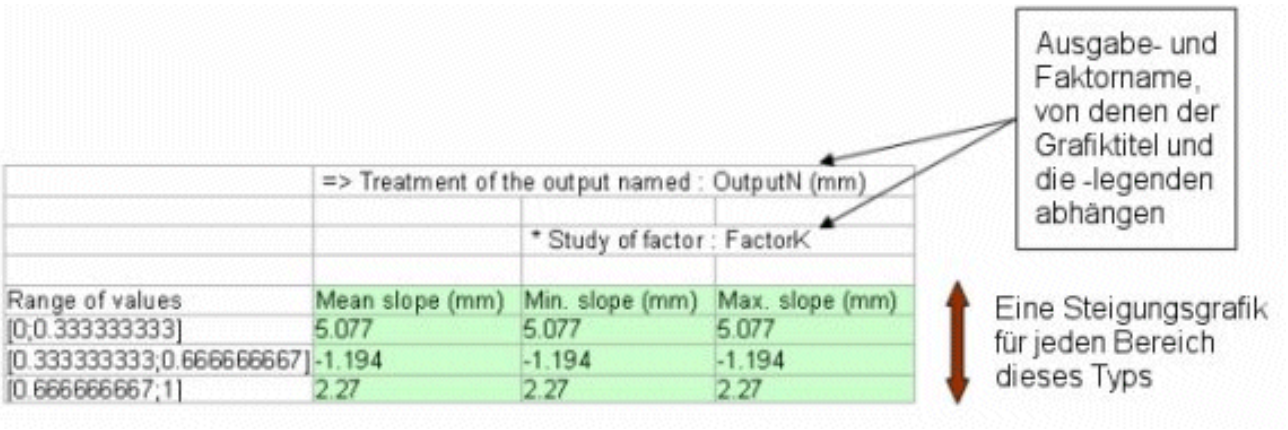
7. Die anderen Registerkarten nicht ändern, und die Schaltfläche WEITER anklicken.
8. Die Option 'Als Objekt in: Blatt1' auswählen.
9. Die Schaltfläche FERTIG STELLEN anklicken.

Steigungsgrafiken erzeugen

In der Excel-Datei für jede zu erzeugende Steigungsgrafik, d. h. für jeden Bereich des Teils mit dem Titel BEREICH DER EFFEKTESTEIGUNGEN die folgenden Aktionen ausführen:

1. Die DoE-Ausgabe-Excel-Datei öffnen, sofern dies noch nicht geschehen ist.
2. Den Befehl 'Diagramm-Assistent' anklicken.
3. Als Diagrammtyp 'Liniendiagramm' auswählen und den Befehl WEITER anklicken.
4. Auf der Registerkarte 'Datenbereich':

   - Den Cursor in das Feld 'Datenbereich' setzen und auf dem Blatt den folgenden hervorgehobenen Bereich auswählen:


Ausgabe- und Faktorname, von denen der Grafiktitel und die -legenden abhängen
Eine Steigungsgrafik für jeden Bereich dieses Typs

	=> Treatment of the output named : OutputN (mm)		
		* Study of factor : FactorK	
Range of values	Mean slope (mm)	Min. slope (mm)	Max. slope (mm)
[0;0.333333333]	5.077	5.077	5.077
[0.333333333;0.666666667]	-1.194	-1.194	-1.194
[0.666666667;1]	2.27	2.27	2.27

   - Im Feld 'Reihe in' die Option 'Spalten' auswählen.

5. Auf der Registerkarte 'Reihen':

   - Den Inhalt des Rahmens 'Reihe' nicht ändern.

- Den Cursor in das Feld 'Beschriftung der Rubrikenachse (X)' setzen und auf dem Blatt den folgenden hervorgehobenen Bereich auswählen:

	=> Treatment of the output named : OutputN (mm)		
		* Study of factor : FactorK	
Range of values	Mean slope (mm)	Min. slope (mm)	Max. slope (mm)
[0;0.333333333]	5,077	5,077	5,077
[0.333333333;0.666666667]	-1,194	-1,194	-1,194
[0.666666667;1]	2,27	2,27	2,27

- Die Schaltfläche WEITER anklicken.

6. Auf der Registerkarte 'Titel':

   - Diagrammtitel = Durchschnittliche Steigung der Effektekurve von FaktorK auf AusgabeN (umgeben von minimalen und maximalen Steigungen).

   - Rubrikenachse (X) = Bereich der Studie = [Wert auf Ebene i, Wert auf Ebene i+1] von Faktor FaktorK

   - Werteachse (Y) = Steigung

7. Die anderen Registerkarten nicht ändern und die Schaltfläche WEITER anklicken.

8. Die Option 'Als Objekt in: Blatt1' auswählen.

9. Die Schaltfläche FERTIG STELLEN anklicken.

Product Engineering Optimizer - Interoperabilität

Dieser Abschnitt enthält Informationen zur Interoperabilität zwischen Product Engineering Optimizer und ENOVIA LCA.

CATIA PLM für Product Engineering Optimizer optimal nutzen
Optimierungen in ENOVIA LCA auf der Produktebene speichern

CATIA PLM für Product Engineering Optimizer optimal nutzen

Beim Arbeiten mit ENOVIA LCA gewährleistet der Modus 'Sicheres Sichern', dass nur solche Daten in *CATIA* erzeugt werden, die sich korrekt in ENOVIA sichern lassen.

ENOVIA LCA bietet zwei verschiedene Speichermodi: Arbeitspaket (Dokument beibehalten - Veröffentlichungen zugänglich) und Zerlegt (Dokument nicht beibehalten).

Verfügbarkeit von Befehlen aus Product Engineering Optimizer in Enovia LCA

Die nachstehende Liste enthält Befehle aus Product Engineering Optimizer und ihren Verfügbarkeitsstatus in ENOVIA LCA.

Folgende Funktionen von PEO werden unterstützt:

Befehle	**Verfügbarkeit in ENOVIA LCA (zerlegter Modus)**	**Kommentare**
Optimieren	Verfügbar	-
Erstellung von Experimenten	Verfügbar	Keiner
Bedingungserfüllung	Verfügbar	Keiner

Optimierungen in ENOVIA LCA auf der Produktebene speichern

In dieser Übung erfahren Sie, wie Sie eine Optimierung in ENOVIA LCA sichern. In diesem Szenario führen Sie folgende Schritte aus:

- Sie erzeugen ein Produkt in ENOVIA LCA und senden es an CATIA.
- Sie fügen dem Produkt zwei Komponenten hinzu und definieren auf Produktebene einen Parameter, über den das Gesamtvolumen der Baugruppe berechnet wird.
- Sie fügen eine Optimierung hinzu, mit der das Gesamtvolumen optimiert wird.
- Sie sichern das Produkt mit VPM Navigator in ENOVIA LCA und senden es zurück an CATIA.

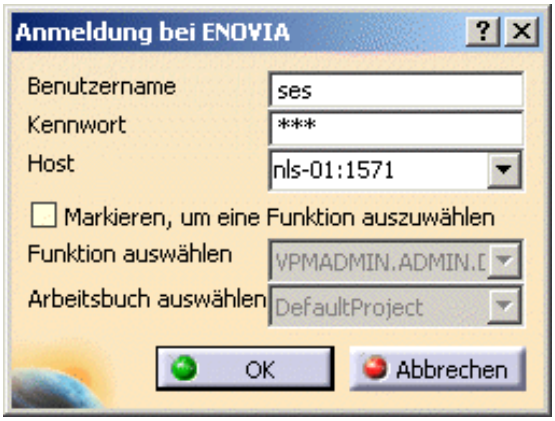
- Sie stellen sicher, dass Sie **ENOVIAV5** im Menü **Ansicht -> Symbolleisten** ausgewählt haben.

1. Erzeugen Sie ein Produkt in ENOVIA LCA. Nachdem Sie das Produkt erzeugt haben, können Sie ENOVIA LCA schließen.

Produkt an CATIA senden

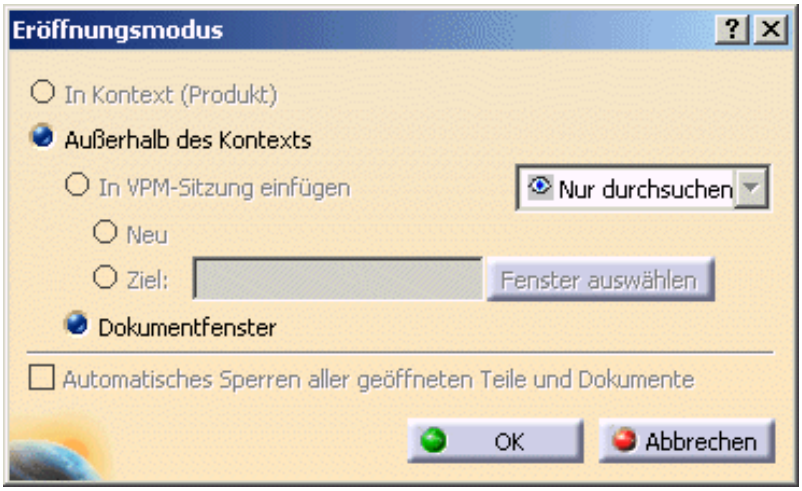
2. So senden Sie das Produkt an CATIA:

   - Klicken Sie in CATIA auf das Symbol **Den Benutzer mit ENOVIA V5 verbinden** ( ) in der Symbolleiste **ENOVIA V5**. Das Dialogfenster 'Anmeldung bei ENOVIA' wird angezeigt:
   - Geben Sie Ihren Benutzernamen und Ihr Kennwort ein.
   - Wählen Sie eine "Funktion" und ein Arbeitsbuch aus, und klicken Sie dann auf **OK**.



   - Klicken Sie auf das Symbol **ENOVIA Daten suchen** ( ). Das Dialogfenster 'VPM Suche' wird angezeigt.
   - Wählen Sie in der Dropdown-Liste 'Objekte' den Eintrag **Produkt** aus.
   - Geben Sie unter 'Eigner' die Eigner-ID ein.
   - Klicken Sie danach auf **OK**. Die Produkt-ID wird im Ergebnisfenster angezeigt.
   - Klicken Sie doppelt auf das zu ladende Produkt.

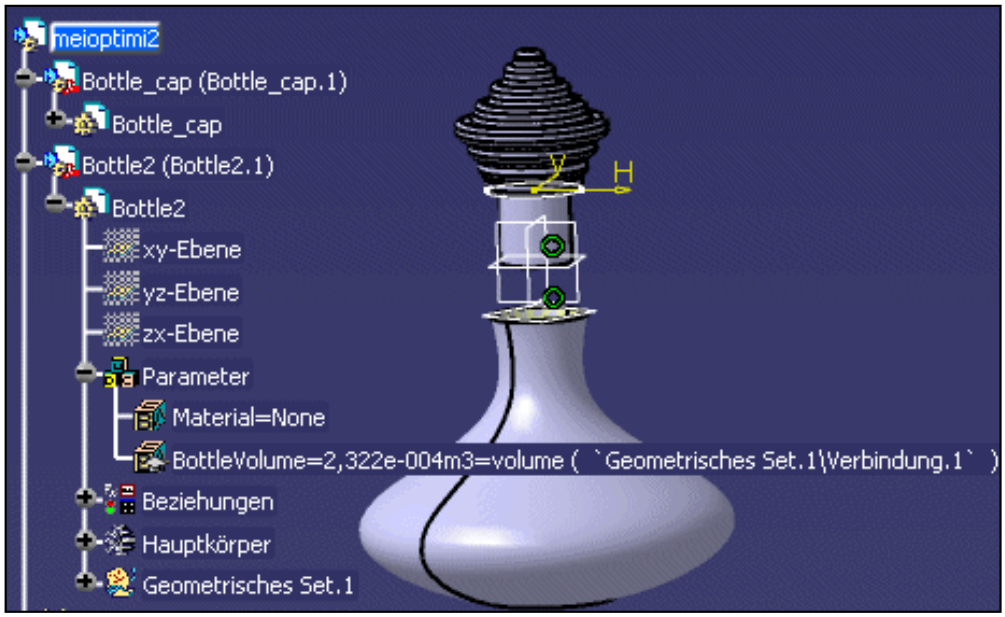
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Rootprodukt, und wählen Sie den Kontextmenübefehl **Öffnen** aus. Das Dialogfenster 'Öffnungsmodi' wird angezeigt:



- Behalten Sie die Standardeinstellungen bei und klicken Sie auf **OK**. Die CATIA Ansicht wird angezeigt.

Komponenten zum Produkt hinzufügen

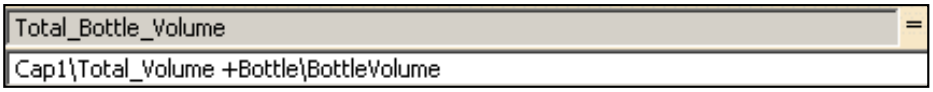
3. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Rootprodukt, und wählen Sie den Befehl **Einfügen -> Vorhandene Komponente...** aus. Wählen Sie das Dokument Kwobottle1.CATPart aus. Daraufhin wird der Flaschenverschluss in das Produkt eingefügt.
4. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Rootprodukt, und wählen Sie den Befehl **Einfügen -> Vorhandene Komponente...** aus. Wählen Sie das Dokument Kwobottle2.CATPart aus. Daraufhin wird die Flasche in das Produkt eingefügt.
5. Optional: Wechseln Sie in die Umgebung Assembly Design, um der Baugruppe Bedingungen hinzuzufügen.



Volumenparameter zum Produkt hinzufügen

5. Erzeugen Sie einen Volumenparameter, über den das Gesamtvolumen der Flasche berechnet wird.

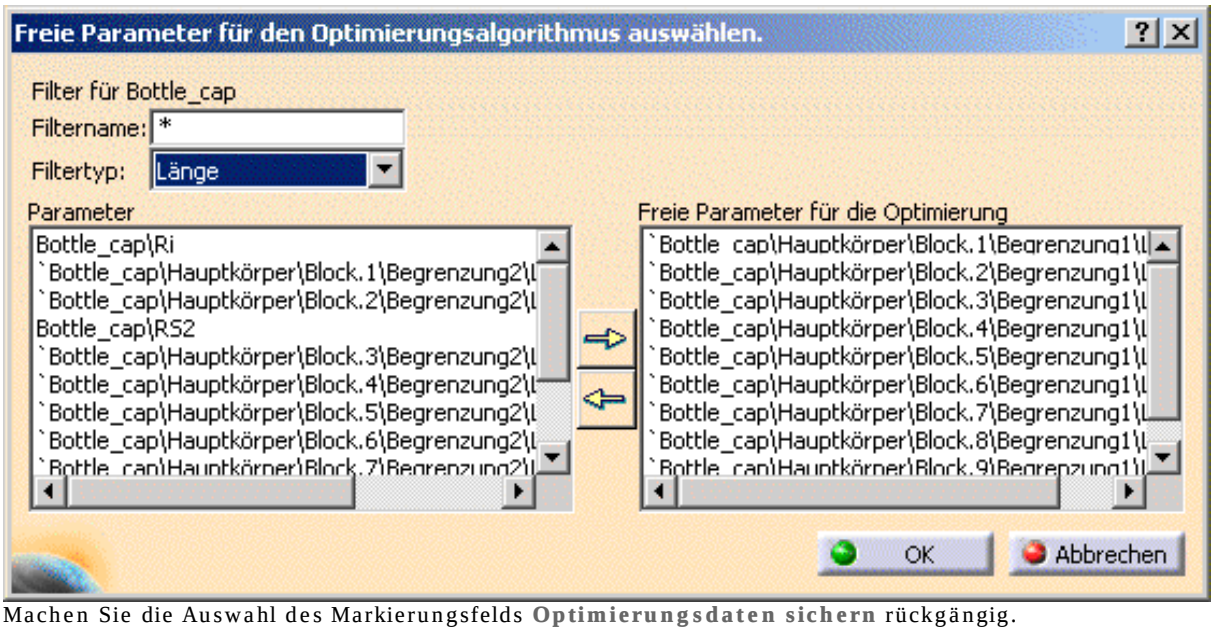
- Klicken Sie auf das Symbol . Der Formeleditor wird geöffnet.
- Wählen Sie in der Liste 'Volumen' aus und klicken Sie auf die Schaltfläche **Neuer Parameter des Typs**.
- Bearbeiten Sie im Fenster **Name oder Wert des aktuellen Parameters** den Namen des neuen Parameters (in diesem Szenario 'Total_Bottle_Volume') und klicken Sie anschließend auf **Formel hinzufügen**.
- Geben Sie die nachstehende Formel ein und klicken Sie danach auf **OK**:



- Der neue Parameter wird unter dem Knoten **Parameter** angezeigt, der im Strukturbaum unter dem Knoten **Default-Technological package.1** (Standard-Technologiepaket.1) angeordnet ist.
- Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Technologiepaket, und wählen Sie den Kontextmenübefehl **Eigenschaften** aus. Benennen Sie das Technologiepaket im Feld 'Name' um (in diesem Szenario in Optimierung) um und klicken Sie anschließend auf **OK**.

6. Starten Sie über das Menü **Start -> Knowledgeware** die Umgebung **Product Engineering Optimizer** und klicken Sie zum Erzeugen einer Optimierung auf das Symbol **Optimierung** ( ). Das Fenster 'Optimierung' wird angezeigt.

- Klicken Sie im Fensterbereich 'Optimierter Parameter' auf die Schaltfläche **Auswählen...** und wählen Sie im daraufhin angezeigten Dialgofenster 'Den Parameter auswählen' den Parameter 'Total_Bottle_Volume' aus der Liste der zu optimierenden Parameter aus. Klicken Sie danach auf **OK**.
- Klicken Sie im Feld 'Freie Parameter' auf **Liste bearbeiten**, und wählen Sie die Parameter aus (siehe folgende Abbildung). Klicken Sie danach auf **OK**.



- Machen Sie die Auswahl des Markierungsfelds **Optimierungsdaten sichern** rückgängig.
- Klicken Sie in der Registerkarte 'Bedingungen' auf die Schaltfläche **Neu...**, um der Optimierung eine Bedingung hinzuzufügen, und geben Sie folgende Bedingungszeichenfolge ein: Cap1\Total_Volume > 189cm3. Klicken Sie danach auf **OK**.
- Klicken Sie auf **Optimierung ausführen** und danach auf **OK**. Klicken Sie auf das Symbol **Aktualisieren** ( ), um das Teil 'Cap1' zu aktualisieren.

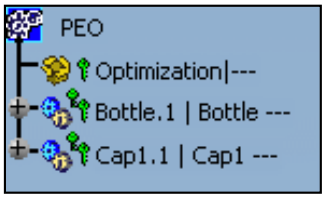
Daten in ENOVIA LCA sichern

8. Klicken Sie auf das Symbol **Daten auf ENOVIA V5-Server sichern** ( ). Das Dialogfenster 'In ENOVIA LCA sichern' wird angezeigt. Wählen Sie das Markierungsfeld **Alle entsperren** aus und klicken Sie anschließend auf **OK**.

9. Schließen Sie das Produkt in CATIA

10. Senden Sie das Produkt zurück an ENOVIA (siehe Schritt 2).

    - Klicken Sie auf das Symbol **ENOVIA Daten suchen** ( ). Das Dialogfenster 'VPM Suche' wird angezeigt.
    - Wählen Sie in der Dropdown-Liste 'Objekte' den Eintrag **Produkt** aus.
    - Geben Sie unter 'Eigner' die Eigner-ID ein.
    - Klicken Sie danach auf **OK**. Die Produkt-ID wird im Ergebnisfenster angezeigt.
    - Klicken Sie doppelt auf das zu ladende Produkt. Die Strukturbaumansicht von VPM Navigator wird angezeigt (siehe nebenstehende Abbildung).

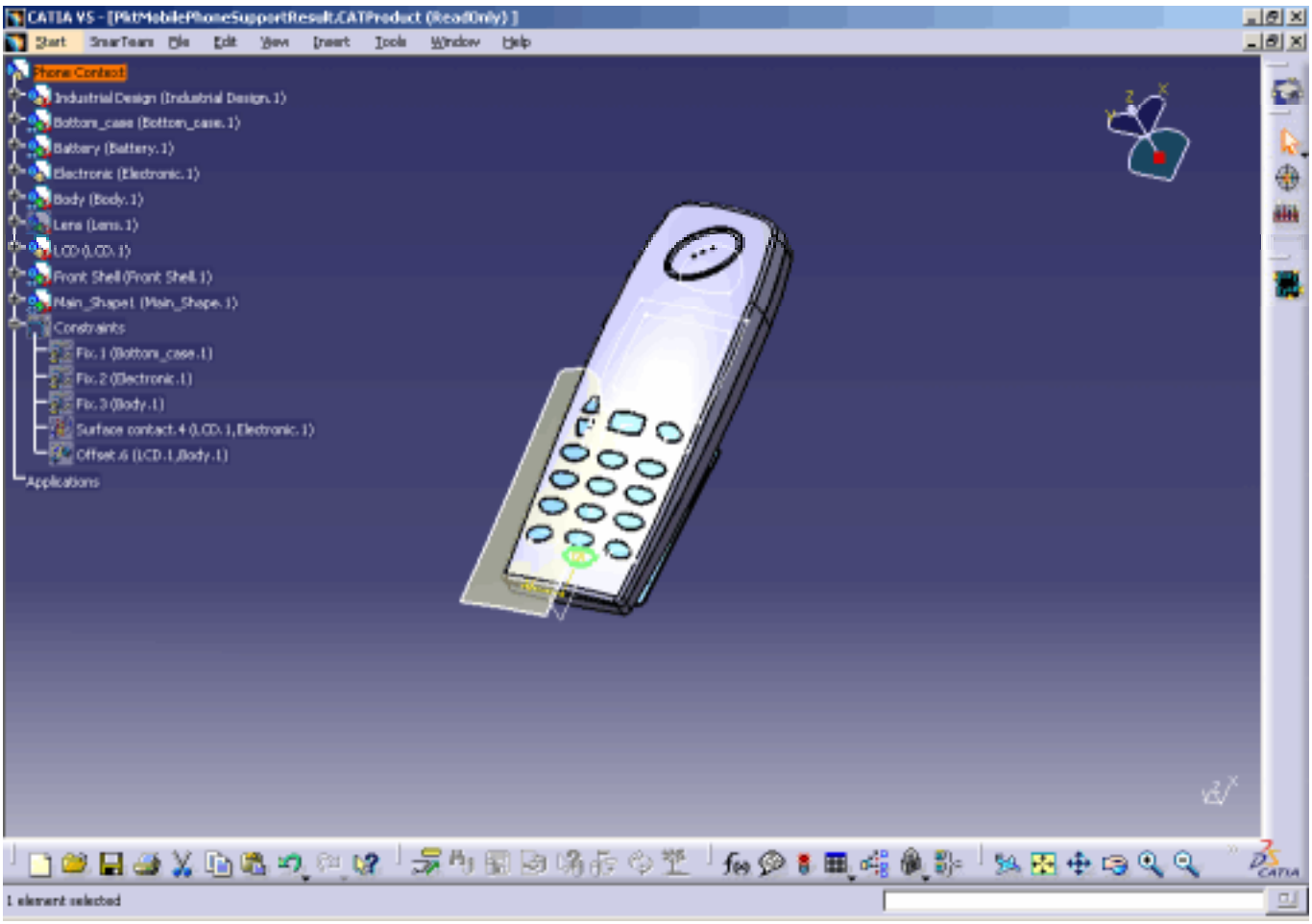


    - Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf die Einträge 'Optimierung' ('Optimization'), 'Bottle.1' und 'Cap1.1', und wählen Sie den Kontextmenübefehl **Öffnen...** aus. Daraufhin wird die Flasche zusammen mit dem zugeordneten Technologiepaket angezeigt.

Beschreibung der Umgebung

Dieser Abschnitt enthält die Beschreibung der Symbole und Menüs der Product Engineering Optimizer-Umgebung.

Die Product Engineering Optimizer-Umgebung ist im Folgenden dargestellt. Die interaktiven Bereiche (Symbolleisten) anklicken, um Zugriff auf die Referenzliteratur zu erhalten.



Product Engineering Optimizer-Symbolleiste
Symbolleiste 'Bedingungserfüllung'

Product Engineering Optimizer-Symbolleiste

Die Product Engineering Optimizer-Symbolleiste enthält die folgenden Tools:

Vgl. Nach einem Höchstwert suchen, Nach einem Mindestwert suchen

Vgl. Tool 'Experimente erstellen' verwenden

Symbolleiste 'Bedingungserfüllung'

Die Symbolleiste 'Bedingungserfüllung' enthält das folgende Tool:

Vgl. Bedingungserfüllungsfunktion verwenden

Anpassen

Vor dem Start der ersten Arbeitssitzung kann die Arbeitsweise den Vorlieben des Benutzers entsprechend angepasst werden.
Diese Art der Anpassung wird in permanenten Einstellungsdateien gespeichert, d. h. die Einstellungen gehen am Ende der Sitzung nicht verloren.

1. Den Befehl **Tools -> Optionen** auswählen. Das Dialogfenster **Optionen** wird angezeigt.
2. Im linken Feld die Kategorie **Allgemein** auswählen.
3. Die Registerkarte **Parameter und Messungen** anklicken. Die folgenden Registerkarten werden angezeigt.

Auf diesen Registerkarten kann Folgendes definiert werden:

- Die Wissenseinstellungen
- Die Bibliotheken, die geladen werden sollen
- Die Berichtseinstellungen

4. Zwei weitere Registerkarten, die sich in der Kategorie 'Infrastruktur' befinden, haben ebenfalls Auswirkungen auf Knowledgeware-Anwendungen.

- Allgemein
- Anzeige

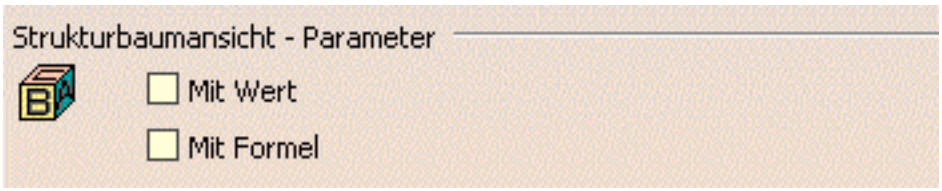
5. Diese Optionen den Anforderungen entsprechend ändern.
6. **OK** anklicken, um die Einstellungen zu bestätigen.

Knowledge

Diese Seite befasst sich mit den folgenden Kategorieoptionen:

- Strukturbaumansicht - Parameter
- Parameternamen
- Beziehungsaktualisierung im Teilekontext
- Konstruktionstabellen

Strukturbaumansicht - Parameter



Im Strukturbaum können zwei Angaben angezeigt werden.

Mit Wert

Zeigt die Parameterwerte im Strukturbaum an.

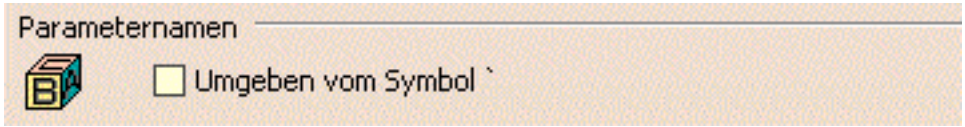
Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Mit Formel

Zeigt die Formeln für die Bedingungen der Parameter im Strukturbaum an.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

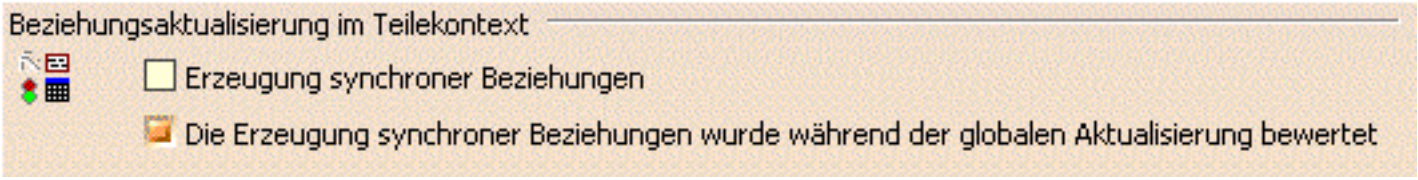
Parameternamen



Diese Option sollte markiert werden, wenn mit nicht lateinischen Zeichen gearbeitet wird. Ist diese Option nicht markiert, müssen Parameternamen in lateinische Buchstaben umbenannt werden, wenn sie in Formeln verwendet werden.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Beziehungsaktualisierung im Teilekontext


Beziehungsaktualisierung im Teilekontext
Erzeugung synchroner Beziehungen
Die Erzeugung synchroner Beziehungen wurde während der globalen Aktualisierung bewertet

Vor V5R12 wurden Knowledge-Beziehungen (Formeln, Regeln, Prüfungen, Konstruktionstabellen und Gleichungssets) ausgeführt, sobald eine ihrer Eingaben geändert wurde.
Jetzt kann der Benutzer bei der Erzeugung der Beziehung festlegen, ob diese synchron (die Auswertung wird gestartet, sobald einer der zugehörigen Parameter geändert wird) oder asynchron (die Auswertung wird gestartet, wenn das Teil aktualisiert wird) sein soll. Somit kann jede Beziehung synchron oder asynchron sein.

Die beiden folgenden Optionen ermöglichen es dem Benutzer, synchrone oder asynchrone Beziehungen zu erzeugen.

Erzeugung synchroner Beziehungen

Ermöglicht es dem Benutzer, synchrone Beziehungen zu erzeugen, also Beziehungen, die sofort aktualisiert werden, wenn ein Parameter der Beziehung geändert wird. Lediglich Beziehungen, die auf Parametern basieren, können synchron sein.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Die Erzeugung synchroner Beziehungen wurde während der globalen Aktualisierung bewertet

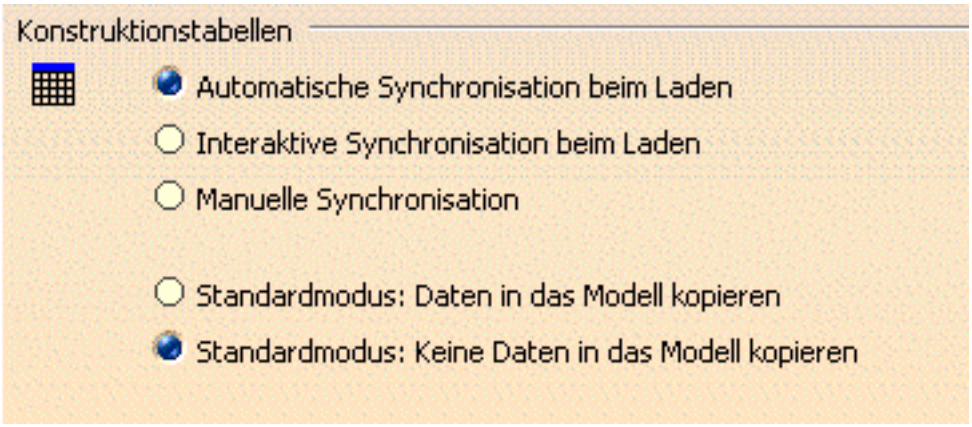
Ermöglicht es dem Benutzer, asynchrone Beziehungen während der globalen Aktualisierung zu bewerten. Die Beziehungen können aus 2 Gründen asynchron sein:

- Der Benutzer möchte, dass die Beziehungen asynchron sind.
- Die Beziehung enthält Messungen.
- Beziehungen, die auf Parametern basieren: Diese Beziehungen können synchron oder asynchron sein.
- Beziehungen, die auf der Geometrie basieren: Diese Beziehungen können nur asynchron sein.
- Beziehungen, die auf Parametern und der Geometrie basieren: Bei den Beziehungen mit Parametern entscheidet der Benutzer, ob die Aktualisierung synchron sein soll oder nicht. Bei den anderen Beziehungen erfolgt die Aktualisierung, wenn die globale Aktualisierung durchgeführt wird.

Der Benutzer kann außerdem bestimmen, ob die bereits bestehenden Beziehungen synchron oder asynchron sein sollen. Weitere Informationen sind unter 'Aktualisierungen von Beziehungen steuern' im Infrastructure Benutzerhandbuch zu finden.

Diese Option ist standardmäßig markiert.

Konstruktionstabellen


Konstruktionstabellen
Automatische Synchronisation beim Laden
Interaktive Synchronisation beim Laden
Manuelle Synchronisation
Standardmodus: Daten in das Modell kopieren
Standardmodus: Keine Daten in das Modell kopieren

Zwei verschiedene Arten von Angaben können festgelegt werden.

Automatische Synchronisation beim Laden

Wenn die Konstruktionstabellendateien beim Laden eines Modells, das Benutzerkonstruktionstabellen enthält, geändert wurden und die Daten der externen Datei im Modell enthalten sind, wird die Konstruktionstabelle automatisch synchronisiert, wenn dieses Optionsfeld markiert ist.

Diese Option ist standardmäßig markiert.

Interaktive Synchronisation beim Laden

Wenn ein Modell geladen wird, das Benutzerkonstruktionstabellen enthält, deren externe Quellendatei gelöscht wurde, ermöglicht es diese Option dem Benutzer, eine neue Quellendatei auszuwählen oder die in den Konstruktionstabellen enthaltenen Daten in einer neuen Datei zu speichern.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Manuelle Synchronisation

Wenn die Konstruktionstabellendateien beim Laden eines Modells, das Benutzerkonstruktionstabellen enthält, geändert wurden und die Daten der externen Datei im Modell enthalten sind, wird die Konstruktionstabelle synchronisiert, wenn dieses Optionsfeld markiert ist. Zum Synchronisieren beider Dateien die Konstruktionstabelle im Strukturbaum mit der rechten Maustaste anklicken und den Befehl **Konstruktionstabelle Objekt->Synchronisieren** oder den Befehl **Bearbeiten->Verknüpfungen** auswählen.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Standardmodus: Daten in das Modell kopieren

Wenn diese Option ausgewählt ist, werden die in der externen Quellendatei enthaltenen Daten in das Modell kopiert.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Standardmodus: Keine Daten in das Modell kopieren

Wenn diese Option ausgewählt ist, werden die in der externen Quellendatei enthaltenen Daten nicht in das Modell kopiert.

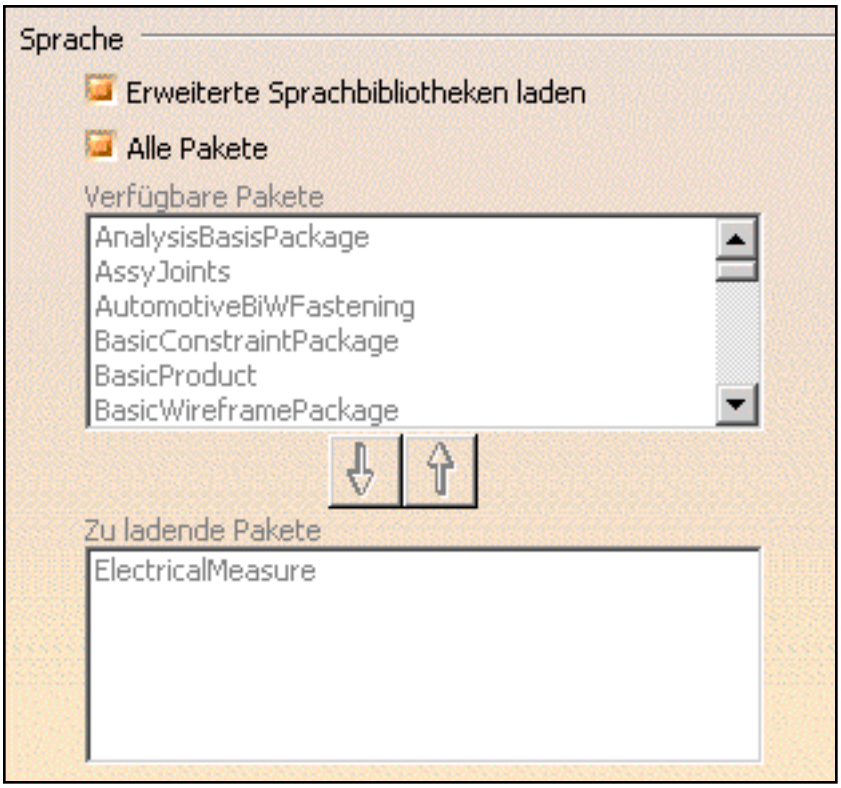
Diese Option ist standardmäßig markiert.

Sprache

Diese Seite befasst sich mit den folgenden Optionskategorien:

- Sprache
- Referenzverzeichnis für Typen

Sprache



Dieses Feld ist zu verwenden, wenn *Messungen* in Beziehungen oder *Benutzerfunktionen* verwendet werden. Messungen sind spezielle Funktionen, die in Formeln und Regeln verwendet werden.
Das *Knowledge Advisor Benutzerhandbuch* enthält Übungen, die die Verwendung von Messungen veranschaulichen. Informationen zur Erzeugung und Verwendung von Benutzerfunktionen sind in der Dokumentation *CATIA Application Architecture* enthalten.

Erweiterte Sprachbibliotheken laden

Wenn diese Option markiert ist, kann der Benutzer (wenn er eine begrenzte Anzahl Pakete laden möchte) die Pakete auswählen, die er unter 'Zu ladende Pakete' laden will.

Diese Option ist für den Administrator von besonderer Bedeutung, da er durch sie die Anzahl der vom Benutzer verwendeten Pakete begrenzen kann. Sie ist auch beim Verbessern der Leistung sehr hilfreich, da es möglich ist, nur die erforderlichen Bibliotheken zu laden.

- Wenn ein Dokument geöffnet wird, dessen Beziehungen teilweise unterbrochen sind, müssen zur Behebung des Problems möglicherweise alle Bibliotheken geladen werden, was geraume Zeit dauern kann.

- Es sollte auf jeden Fall überprüft werden, welche Pakete erforderlich sind und diese sollten dann ausgewählt werden.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Alle Pakete

Ermöglicht dem Benutzer die Auswahl aller Pakete.

Referenzverzeichnis für Typen

Referenzverzeichnis für Typen

Ermöglicht es dem Benutzer, die CATGScript-Datei zur späteren Wiederverwendung in dem Verzeichnis zu sichern, das im Feld 'Reference Directory for Types' angegeben ist. (Weitere Informationen hierzu enthält das PKT Benutzerhandbuch.)

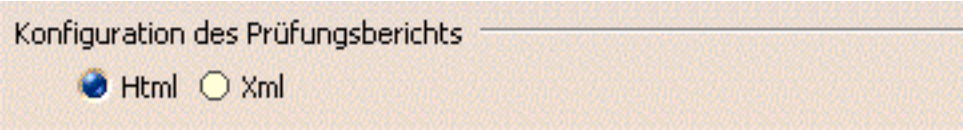
Diese Option steht standardmäßig nicht zur Verfügung.

Generierung eines Berichts

Auf dieser Seite wird beschrieben, wie die vom globalen Prüfungsanalyse-Tool in den Umgebungen 'Knowledge Advisor' und 'Knowledge Expert' generierten Berichte angepasst werden. Diese Seite befasst sich mit den folgenden Optionskategorien:

- Konfiguration des Prüfungsberichts
- Eingabe-XSL
- Inhalt des Berichts
- Ausgabeverzeichnis
- HTML-Optionen

Konfiguration des Prüfungsberichts



Html

Ermöglicht dem Benutzer die Generierung eines HTML-Berichts.

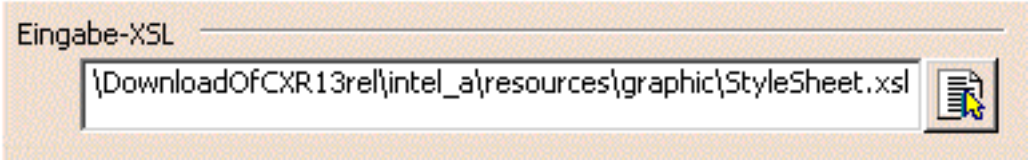
Xml

Ermöglicht dem Benutzer die Generierung eines XML-Berichts.

Die Option 'HTML' ist standardmäßig aktiviert.

Eingabe-XSL

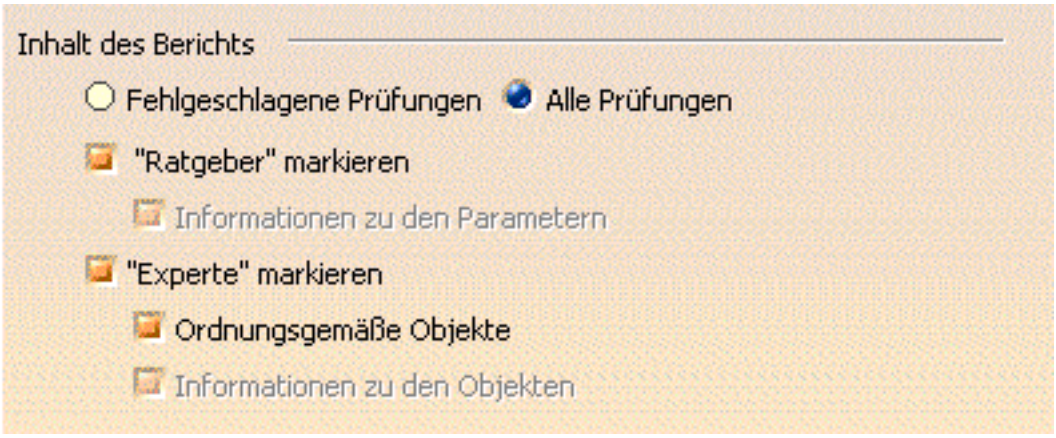
Diese Option steht nur zur Verfügung, wenn die XML-Konfigurationseinstellung definiert ist.



EingabeXSL

Hier kann der Benutzer die XSL-Layoutvorlage auswählen, das auf den generierten XML-Bericht angewendet wird. Als XSL-Standarddatei wird die Datei 'StyleSheet.xsl' verwendet. Es können auch eigene Vorlagen verwendet werden.

Inhalt des Berichts



Fehlgeschlagene Prüfungen

Wenn diese Option markiert ist, enthält der generierte Bericht nur Informationen zu fehlgeschlagenen Prüfungen.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Alle Prüfungen

Wenn diese Option markiert ist, enthält der generierte Bericht Informationen zu allen im Dokument enthaltenen Prüfungen.

Diese Option ist standardmäßig markiert.

"Ratgeber" markieren

Wenn diese Option markiert ist, enthält der generierte Bericht Informationen zu allen im Dokument enthaltenen Knowledge Advisor-Prüfungen.

Diese Option ist standardmäßig markiert.

Informationen zu den Parametern

Nicht verfügbar

"Experte" markieren

Wenn diese Option markiert ist, enthält der generierte Bericht Informationen zu allen im Dokument enthaltenen Knowledge Expert-Prüfungen.

Diese Option ist standardmäßig markiert.

Ordnungsgemäße Objekte

Wenn diese Option markiert ist, enthält der generierte Bericht Informationen zu den Objekten, die die Expert-Prüfungen bestanden haben, sowie Informationen zu den Parametern dieser Objekte (Durchmesser, Tiefe, Steigung,...).

Diese Option ist standardmäßig markiert.

Informationen zu den Objekten

Nicht verfügbar

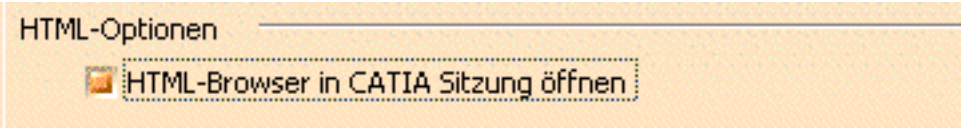
Ausgabeverzeichnis

Ausgabeverzeichnis

Hier kann der Benutzer das Ausgabeverzeichnis auswählen, das den generierten Bericht enthalten soll.

Diese Option steht standardmäßig zur Verfügung.

HTML-Optionen



HTML-Browser in CATIA Sitzung öffnen

Diese Option ist nur für Windows verfügbar. Sie ermöglicht es dem Benutzer, zu definieren, ob der Bericht in einer *CATIA*-Sitzung (in diesem Fall muss die Schaltfläche markiert werden) oder in einer Internet Explorer-Sitzung geöffnet wird (in diesem Fall muss die Schaltfläche unmarkiert bleiben.)

Es wird dringend empfohlen, diesen Bericht nicht als Grundlage für Makros oder andere Anwendungen zu verwenden. Er dient lediglich Informationszwecken.

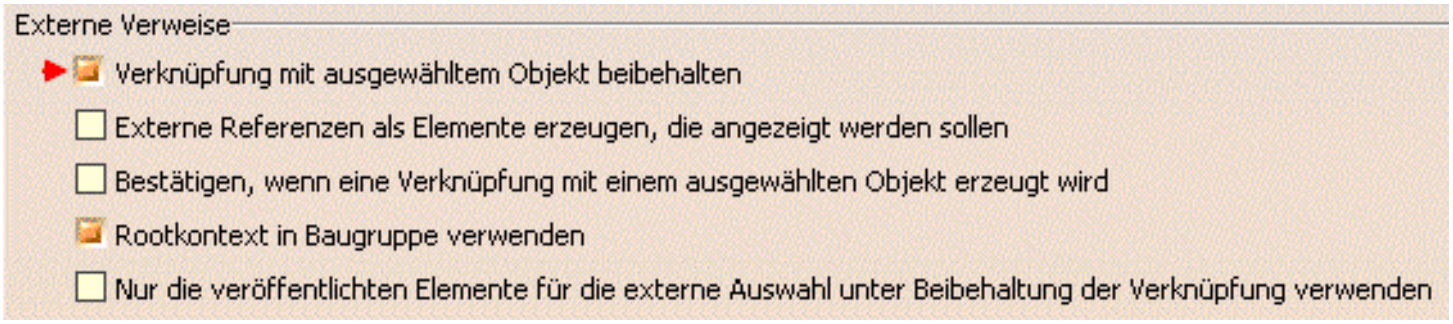
Diese Option ist standardmäßig markiert.

Teileinfrastruktur (Part Infrastructure) für Knowledgeware-Anwendungen

Diese Seite befasst sich mit den Optionen für:

- die externen Referenzen: Verknüpfung mit ausgewähltem Objekt beibehalten
- die Anzeige des Strukturbaums

Allgemeine Optionen für die Teileinfrastruktur

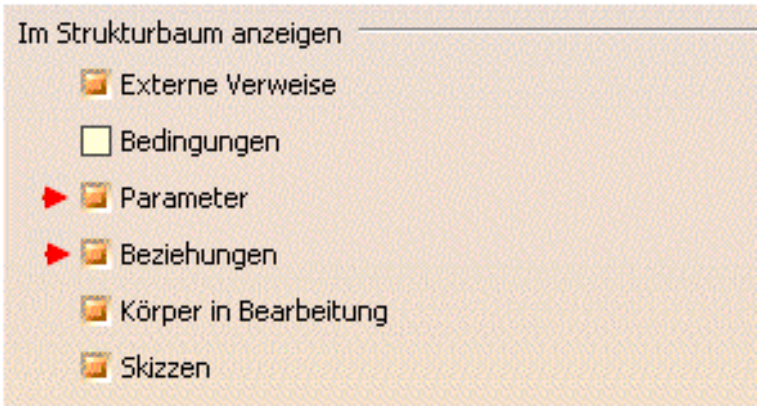

Externe Verweise
Verknüpfung mit ausgewähltem Objekt beibehalten
Externe Referenzen als Elemente erzeugen, die angezeigt werden sollen
Bestätigen, wenn eine Verknüpfung mit einem ausgewählten Objekt erzeugt wird
Rootkontext in Baugruppe verwenden
Nur die veröffentlichten Elemente für die externe Auswahl unter Beibehaltung der Verknüpfung verwenden

Keep link with selected object

Diese Option muss ausgewählt werden, um von der Assoziativität profitieren zu können.

Hier klicken, um weitere Informationen über die **allgemeinen** Optionen für die Teileinfrastruktur zu erhalten.

Anzeigeoption für die Teileinfrastruktur



Parameter

Diese Option auswählen, um bei der Arbeit in einem CATProduct-Kontext die Parameter anzuzeigen.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Relations

Diese Option auswählen, um bei der Arbeit in einem CATProduct-Kontext die Beziehungen anzuzeigen.

Diese Option ist standardmäßig inaktiviert.

Hier klicken, um weitere Informationen über die **Anzeigeoptionen** für die Teileinfrastruktur zu erhalten.

Glossar

A F K M O S

A

Abstand

Entspricht der linken Seite minus der rechten Seite (absoluter Wert): |linke Seite - rechte Seite|

F

Freier Parameter

Ein sich gemäß Optimierungsalgorithmus ändernder Parameter: Dieser Parameter ist von keiner Beziehung abhängig (Formel, Prüfung, Regel usw.). Andere Parameter sind entweder festgeschrieben oder auf Grundlage der Werte freier Parameter berechnet.

K

Knowledgeware

Die Softwarekomponenten, die der Erzeugung und Manipulation von konstruktionsbezogenen Daten dienen. Konstruktionsbezogene Daten bestehen aus Regeln und anderen Arten von Beziehungen, wobei Konstrukteure ihr gemeinsames Know-How sichern und später für die Durchführung des Konstruktionsprozesses verwenden können.

Konjugiertes Gradientenverfahren

Eine grundlegende Technik, die häufig in verschiedene iterative Algorithmen in vielen Bereichen der wissenschaftlichen Berechnung von Daten integriert wird. Diese CG-Methode wurde ursprünglich dafür konzipiert, konvexe Quadratfunktionen zu minimieren, wurde aber in der Folge auf allgemeine Berechnungsfälle ausgedehnt. CG-Algorithmen sind leistungsstark, aber nicht sehr stabil.

M

Maximierung

Eine Option des Optimierungsprozesses, die nach dem Höchstwert einer objektiven Funktion sucht.

Minimierung

Eine Option des Optimierungsprozesses, die nach dem Mindestwert einer objektiven Funktion sucht.

O

Objektive Funktion

Eine einem Optimierungsproblem zugeordnete Funktion, die bestimmt, wie exakt eine Lösung ist. Die objektive Funktion ist eine echte Komponentenformel, die über den Formeleditor erzeugt werden kann.

Optimierung

Eine Berechnung mit dem Ziel, die beste Lösung zu finden.

Optimierungsbedingung

Eine Beziehung auf Basis der Knowledgeware-Sprache, die eine Bedingung mit mehreren permanenten Parametern ausdrückt, die als Eingabe für die Integration in die Definition der Optimierung verwendet werden.

Optimierungsprogramm

Ein Analysetool, das den Benutzer bei der Lösung von Optimierungsproblemen unterstützt.

S

Simuliertes Ausglühen (Simulated Annealing)

Ein Verfahren zum Erzielen einer angenäherten Lösung bei der Lösung sehr umfangreicher, kombinierter Optimierungsprobleme. Diese Technik hat ihren Ursprung in der Theorie der statistischen Mechanik und basiert auf der Analogie zwischen dem Ausglühen von Volumenkörpern und dem Lösen von Optimierungsproblemen. Ein Algorithmus für simuliertes Ausglühen ist zwar langsam, jedoch stabiler als ein Algorithmus vom Typ 'Konjugiertes Gradientenverfahren'.

Index

A B C E F G H L M O P T U W

A

Algorithmen, Verwendung
Algorithmus
- Algorithmustypen
- CAAOptimizationInterfaces.edu
- Konjugiertes Gradientenverfahren
- Simuliertes Ausglühen

Algorithmus und objektive Funktion
Ausführen einer mit Bedingungen versehenen Optimierung, mit einer Wertigkeit

B

Bedingung
Bedingung mit Wertigkeit
Bedingungen
Bedingungen verwenden
Bedingungen, Registerkarte
- Erzeugen einer Bedingung

Bedingungserfüllung
Bedingungserfüllung
- Editor
- Gemessene Parameter in einer Berechnung der Bedingungserfüllung verwenden
- Verwenden

Bedingungserfüllungseditor
Bedingungserfüllungsfunktion verwenden
Befehl
- Bedingungserfüllung
- Experimente erstellen

Optimierung
Bereiche und Schritte
Beschreibung der Umgebung

C

CATIA PLM optimal nutzen

E

Enovia LCA
Ergebnis interpretieren
Ergebnisse interpretieren
Ergebnisdatei
Optimierungskurven
Warnungen und Fehler
Erste Schritte
Zielwert mit dem Algorithmus für Gradienten suchen
Zielwert mit dem Algorithmus für simuliertes Ausglühen suchen
Experimente erstellen
'Experimente erstellen' verwenden, Tool
Experimente erstellen, Fenster
Einstellungen, Registerkarte
Ergebnisse, Registerkarte
Prognose, Registerkarte
Experimente erstellen, Tool

F

Freie Parameter
Freie Parameter, auswählen

G

Gemessene Parameter
Globale Suche
Gradienten-basierter Algorithmus
    Nicht erfüllte Bedingungen

H

Höchstwert suchen
Höchstwert suchen

L

Lokale Suche

M

Mindestwert suchen
Mindestwert suchen

O

Optimierung definieren
Optimierung definieren
Optimierung, Dialog
    Bedingungen, Registerkarte
    Ergebnisse der Berechnungen, Registerkarte
    Problem, Registerkarte

Optionen für Tools - Product Engineering Optimizer
Parameter und Messungen, Registerkarte
Teileinfrastruktur, Registerkarte

P

Problem, Registerkarte
Algorithmus
Beendigungskriterien
Freie Parameter
Optimierungsdaten
Optimierungstyp
Parameter, zu optimierender

T

Typ der Maximierungsoptimierung
Typ der Minimierungsoptimierung

U

Übungen für Fortgeschrittene
Ergebnisse interpretieren
Methode
Tipps und Tricks

W

Wertigkeit